This is a digital copy of a book that was preserved for generations on library shelves before it was carefully scanned by Google as part of a project to make the world's books discoverable online.

It has survived long enough for the copyright to expire and the book to enter the public domain. A public domain book is one that was never subject to copyright or whose legal copyright term has expired. Whether a book is in the public domain may vary country to country. Public domain books are our gateways to the past, representing a wealth of history, culture and knowledge that's often difficult to discover.

Marks, notations and other marginalia present in the original volume will appear in this file - a reminder of this book's long journey from the publisher to a library and finally to you.

Usage guidelines

Google is proud to partner with libraries to digitize public domain materials and make them widely accessible. Public domain books belong to the public and we are merely their custodians. Nevertheless, this work is expensive, so in order to keep providing this resource, we have taken steps to prevent abuse by commercial parties, including placing technical restrictions on automated querying.

We also ask that you:

+ *Make non-commercial use of the files* We designed Google Book Search for use by individuals, and we request that you use these files for personal, non-commercial purposes.

+ *Refrain from automated querying* Do not send automated queries of any sort to Google's system: If you are conducting research on machine translation, optical character recognition or other areas where access to a large amount of text is helpful, please contact us. We encourage the use of public domain materials for these purposes and may be able to help.

+ *Maintain attribution* The Google "watermark" you see on each file is essential for informing people about this project and helping them find additional materials through Google Book Search. Please do not remove it.

+ *Keep it legal* Whatever your use, remember that you are responsible for ensuring that what you are doing is legal. Do not assume that just because we believe a book is in the public domain for users in the United States, that the work is also in the public domain for users in other countries. Whether a book is still in copyright varies from country to country, and we can't offer guidance on whether any specific use of any specific book is allowed. Please do not assume that a book's appearance in Google Book Search means it can be used in any manner anywhere in the world. Copyright infringement liability can be quite severe.

About Google Book Search

Google's mission is to organize the world's information and to make it universally accessible and useful. Google Book Search helps readers discover the world's books while helping authors and publishers reach new audiences. You can search through the full text of this book on the web at `http://books.google.com/`

Aderholdt
Über Goethes Farbenlehre

PT
2047
C6A23

Berlin
Feb. 1909

Digitized by Google

STANFORD LIBRARIES

Ueber

Göthe's Farbenlehre.

Ein Vortrag

gehalten in der mathematischen Gesellschaft zu Jena.

Nebst einem Anhang:

Grävell's Bemühungen zur Rechtfertigung Göthe's.

Von

Dr. August Aderholdt.

Weimar

Hermann Böhlau

1858.

Digitized by Google

PT2047
C6A23

Digitized by Google

Vorwort.

Der Umstand, daß die Göthe'schen Ansichten auf dem Gebiete der Farbenlehre gegenwärtig von Anhängern derselben mit großer Prätension wieder zu Auf- und Annahme empfohlen werden, veranlaßten nachfolgenden Vortrag, welcher besonders beabsichtigte, mit der vergessenen Göthe'schen Farbenlehre bekannt zu machen und durch Vergleichung derselben mit der Newton'schen und der gegenwärtig in der Wissenschaft gültigen Lehre ein unpartheiisches Urtheil anzuregen. Den mehrfach von Zuhörern dieses Vortrags an mich ergangenen Aufforderungen gerne willfahrend, übergebe ich nunmehr die folgenden Blätter dem größern Publikum und wünsche, daß sie sich einer freundlichen Aufnahme erfreuen mögen.

Jena im September 1858.

Der Verfasser.

Digitized by Google

Digitized by Google

Ueber Göthe's Farbenlehre.

Meine Herren!

Es gibt unter allen Einwirkungen auf unsere Sinne keine, welche tiefer in die Empfindung eindränge, als die Einwirkung des Lichtes auf unser Auge. Kein anderes Organ ruft so geschwind die Thätigkeit des Verstandes hervor; keine Empfindung geht mit solcher Leichtigkeit in Anschauung über, als die des Sehens. Begreiflicher Weise ist es auch das Licht selbst in seinen verschiedenen Graden und Arten, welches uns zunächst anspricht, das Helle, das Dunkle, die Farben; das, was erst mittelbar durch das Licht zur Wahrnehmung gelangen kann, die Gestalt der Körper und was sich daraus ableiten läßt, beansprucht schon eine erhöhte Thätigkeit des Verstandes.

Man beobachte den Menschen in seiner geistigen Entwickelung, also das Kind und Individuen roher Völkerstämme; man beobachte gleichfalls den Menschen in seiner geistigen Abnahme oder Unfähigkeit, also den Greis oder den Irren und Blödsinnigen, und man wird das Gesagte bestätigt finden. Im Auge erwacht der Verstand des Säuglings und bemächtigt sich allmählich der übrigen Sinne; Kinder und Ungebil-

Digitized by Google

dete lieben das Glänzende und die eindringlichen, die schreienden Farben; den im höchsten Grade Stumpfsinnigen sucht man noch dadurch aufzurütteln, daß man vor ihm im finstern Zimmer mit Phosphor an die Wand schreibt.

Im Verlaufe der geistigen Entwickelung erweist sich die Einwirkung von Licht und Farbe mehr und mehr als eine ästhetische. Der freundliche Sonnenschein und das sanfte Licht des Mondes; die Bläue des heiteren Himmels und das trauliche Halbdunkel des Waldes; oder aber der graue trübe Wolkenschleier und die schauerliche schwarze, vielleicht von grellen Blitzstrahlen unterbrochene Nacht üben ihren mächtigen unabweisbaren Einfluß auf das Gemüth aus, und auf dem Standpunkte genügender Ausbildung wird uns die Harmonie der Farben eine Quelle hoher Genüsse. Mit Recht sagt darum Seneka: „Nichts ist wichtiger für die Schönheit des Lebens, als das Auge."

Es kann demnach nicht fehlen, daß der Denkende frühzeitig auf die Frage nach dem Wesen des Lichtes und der Farbe und weiterhin nach dem Vorgange des Sehens geführt wird; insbesondere muß diese Frage dem Physiker vor vielen anderen wichtig erscheinen. Aber der Lösung derselben stellen sich so erhebliche Schwierigkeiten entgegen, daß die gewaltigsten Geister nicht Licht genug über das Licht zu verbreiten vermochten. Wir begegnen in der Geschichte der Lehre vom Lichte und von den Farben den verschiedenartigsten, wunderlichsten Ansichten, und wenn auch die neuere und neueste Zeit Bewundernswerthes geleistet hat, so ist doch mindestens noch Vieles auf diesem Gebiete unerforscht oder zweifelhaft, dergestalt, daß noch immer auf's Neue Ansichten aufzutauchen wagen, welche man längst als besiegt und begraben angesehen hatte.

Worin die Hauptschwierigkeit der Erkenntniß des Lichtes besteht, läßt sich leicht einsehen. Während wir die Erschei-

Digitized by Google

nungen des Schalles zugleich dem Ohre und dem Auge, ja selbst dem Tastsinne zugänglich machen können, sind wir bei der Betrachtung des Lichtes auf das Auge beschränkt, das seine eigenen Täuschungen zu überwinden hat; ja es ist bei dem innigen Zusammenhange der geistigen und sinnlichen Vorgänge im Sehen öfters kaum möglich, das Objektive, Wirkliche vom Subjektiven, Scheinbaren zu unterscheiden.

Die Philosophen stießen schon bei der allerersten Betrachtung der Farbe auf eine große Schwierigkeit. Die Farbe, indem wir sie zuerst an den Körpern gewahr werden, ist eine hervorstechende Eigenschaft derselben; gleichwol ist sie die unwesentlichste, da völlig gleiche Körper die verschiedenste Farbe haben können, während umgekehrt die verschiedenartigsten in derselben Farbe erscheinen. Diese Schwierigkeit machte die Farbe zu einem perplexen, verdrießlichen Thema, dergestalt, daß sich ein Schriftsteller veranlaßt fühlen konnte zu sagen: „Hält man dem Stier ein rothes Tuch vor, so wird er wüthend; aber der Philosoph, wenn man nur überhaupt von Farbe redet, fängt an zu rasen.“

In gleicher Weise lieferten die Bemühungen der Naturwissenschaft lange Zeit verhältnißmäßig geringe Resultate. Wir dürfen sagen es war erst Newton, welcher die Lehre vom Licht und den Farben zu einer Wissenschaft erhob. Er, der große Mann, der so tiefe Blicke in das Innere der Natur gethan, wußte die Mannichfaltigkeit der Erscheinungen auch auf diesem Gebiete mit seltener Klarheit des Geistes und eindringender Schärfe des Verstandes unter einem Gesichtspunkte zu vereinigen, von welchem aus deren innerer Zusammenhang einzig und allein erkannt werden kann. Er faßte die Wirkung des Lichtes als eine mechanische auf und konnte nunmehr dem Gesetze dieser Wirkung einen mathematischen Ausdruck verleihen.

Digitized by Google

Wiewol nun auch Newton in seinen Ansichten über das Wesen des Lichtes nicht durchaus das Rechte traf, wiewol er seine Theorie auf eine Hypothese gründete, welche sich als unhaltbar erwiesen hat und mit einer neuen vertauscht werden mußte: so hatte er doch den richtigen Weg eingeschlagen und vermochte durch seine Entdeckungen und Schlußfolgerungen das düstere Gebiet der Optik beträchtlich zu erleuchten. Was insbesondere die Farbenlehre betrifft, so ist sie bis zum heutigen Tage wesentlich in voller Gültigkeit geblieben und nur vervollständigt worden, trotz aller Anfechtungen, die sie erfahren hat.

Diese Anfechtungen der Newton'schen Farbenlehre zeigen uns eine höchst interessante Erscheinung. Unser hochgefeierter Dichter Göthe tritt als Naturforscher auf, eröffnet einen heftigen, hartnäckigen Kampf gegen Newton's Lehre und sucht seine eigenen Ansichten zur Geltung zu bringen. Für diesen Kampf und die streitenden Meinungen mögen Sie, meine Herren, mir gestatten Ihre Aufmerksamkeit in Anspruch zu nehmen, um so mehr, da gegenwärtig Versuche gemacht werden, Göthe's Dichterkrone auch den Siegeslorbeer seiner Farbenlehre nachträglich hinzuzufügen.

Wer Newton kennt aus der Geschichte und aus seinen Werken, dem ist er ein großer, ein gewaltiger Mann, ein Prophet der neueren Zeit, dessen leitender Grundsatz in den Worten liegt: die Erkenntniß der Wahrheit ist die höchste Macht. Newton's Wissenschaftlichkeit ist außerordentlich. Seine Voraussetzungen waren so einfach und naturwüchsig, seine Methode so streng mathematisch, seine Beobachtungen so richtig, seine Versuche so plan- und zweckmäßig, daß sich die Gelehrtenwelt seiner und der späteren Zeit ohne Bedenken zu seiner Lehre bekennen mußte. Seine Zeitgenossen haben ihn als einen leuchtenden Stern anerkannt, anerkennen müssen, und Pope durfte auf die Marmortafel seines Grabes schreiben:

Digitized by Google

Nature and nature's laws lay hid in night;
God said: Let Newton be — and all was Light.

zu deutsch:

Als die Natur noch tief in Nächten lag,
Sprach Gott: Newton komm! — Da ward es Tag.

Sollte man nun wol glauben, daß einem so unvergleichlich großen Naturforscher Schuld gegeben werden könne, er habe die Welt mit Taschenspielerstückchen, Kniffen und Pfiffen betrogen und hinter dem Schilde mathematischer Behandlungsweise den Gelehrten niederträchtige Lügen aufgebunden? Sollte man glauben, daß diese schwere Anklage von einem Manne erhoben werden konnte, der unter den großen Männern aller Zeiten wahrlich keine tiefe Stelle einnimmt, von unserem Göthe? Und doch ist es so; und es ist diese Anklage keine momentane Aeußerung des Unwillens, sie ist eine wohl überlegte, oft wiederholte und auf's Neue bekräftigte.

Es kann uns nicht befremden, daß ein Dichter die Farben als Gegenstand specieller Studien erwählte; wir begreifen auch leicht, daß ihm, der mit der Mathematik sehr wenig vertraut war, die Newton'sche mathematische Behandlungsweise der Optik wenig anziehend erschien; endlich gestehen wir auch gerne einem Göthe das Recht zu, sich der Schonung zu entäußern, wo er meinte einen alten, steifen Gelehrtenzopf abschneiden zu müssen: aber es wird schwer sein, die ehrenrührigen Ausfälle Göthe's gegen Newton zu entschuldigen, unmöglich sie zu rechtfertigen.

Göthe fühlte sich veranlaßt, der seit 1666 herrschenden Newton'schen Farbenlehre entgegenzutreten, und er hat in einem umfassenden Werke, welches den Titel: „Zur Farbenlehre" führt, seinen eigenen Ansichten Geltung zu verschaffen gesucht. Fragen Sie, inwieweit es ihm gelungen,

Digitized by Google

so kann ich nur darauf antworten: die Aufnahme seines Werkes war eine entschieden ungünstige, und bis auf den heutigen Tag haben sich nur wenige und zwar nicht sehr bedeutende Stimmen zu seiner Vertheidigung erhoben. Man pflegte sogar alsbald die Göthe'sche Farbenlehre als werthlos zu ignoriren und mancher Verehrer des Dichters ließ den Wunsch laut werden, es möchte dieselbe lieber nicht geschrieben worden sein, um nicht dem Spotte der Physiker zur Nahrung dienen zu können. Dieses Resultat der Bemühungen Göthe's muß freilich Befremden erregen. Wer Göthe kennt, der weiß, wie klar und unentstellt sich die Außenwelt in seinem Innern abspiegelte, wie richtig sein gewaltiger Geist die Erscheinungen zu beurtheilen im Stande war und daß er in die Werkstatt der Natur tiefer eingedrungen ist, als das vielen der Naturwissenschaft Beflissenen vergönnt ist, welchen zu den Theilen in der Hand leider das geistige Band fehlt. Nehmen wir den Umstand hinzu, daß die Farbenlehre Göthe's eine Frucht langjähriger Studien ist, die der Zeit seiner vollkommensten geistigen Entfaltung angehören, so fällt es uns ebenso schwer an die von den Physikern ausgesprochene Werthlosigkeit dieses Werkes zu glauben, als an des großen Newton's allgemein anerkannter Farbenlehre zu zweifeln. Lassen Sie uns, meine Herren, eine selbständige Entscheidung in dieser Angelegenheit versuchen.

Wenden wir uns also zu Newton zurück und sehen, welche Ansicht er über das Wesen des Lichtes gebildet hat.

Die nothwendige Bedingung des Lichtes ist ein leuchtender Körper. Derselbe wirkt nach allen Seiten in gradliniger Richtung und vermag in einem mehr oder weniger entfernten Auge die Empfindung des Sehens hervorzurufen. Was lag also näher, als anzunehmen, daß das Licht ein feiner Stoff sei, welcher in außerordentlich kleinen Theilchen von leuchten-

Digitized by Google

den Körpern ausgeschleudert das Auge durch Stoß in Erregung versetzte? Newton machte diese Annahme, gründete darauf seine Emanations- oder Emissions-Theorie und fand in dem sorgfältigen Studium der optischen Erscheinungen und ihrer Gesetze eine fortwährende Bestätigung. So erklärt sich das Gesetz der Abnahme der Intensität des Lichtes im Verhältniß der Quadrate der Entfernungen leicht aus der aufgestellten Hypothese. Dieselbe Anzahl von Leuchtkörperchen, welche auf eine begrenzte Fläche auftrifft, wird sich über eine ähnlich gestaltete größere verbreiten, wenn diese parallel mit der vorigen in geeigneter größerer Entfernung von der Lichtquelle aufgestellt wird, und die Geometrie stellt nunmehr in einem bekannten Satze von den Pyramiden das numerische Verhältniß fest.

Ferner mußte Newton in dem Gesetze der Spiegelung eine Bestätigung seiner Emanationstheorie erblicken. Wird ein elastischer Körper gegen eine Wand geschleudert, so wird er zurückgeworfen und zwar in der Weise, daß die ursprüngliche Richtung und die Reflexionsrichtung mit einer im getroffenen Punkte der Wand errichteten Senkrechte gleiche Winkel bilden. Treffen demgemäß die Körperchen eines leuchtenden Punktes auf eine möglichst glatte Oberfläche, so werden sie möglichst regelmäßig reflektirt. War die Oberfläche eben, wie das bei den gewöhnlichen Spiegeln der Fall ist, so ergibt sich aus dem angeführten Reflexionsgesetze sogleich, daß die von einem leuchtenden Punkte her auffallenden Leuchtkörperchen so zurückgeworfen werden müssen, als kämen sie von einem Punkte, welcher ebensoweit hinter dem Spiegel liegt, als der leuchtende Punkt vor denselben; somit ist die Entstehung und der scheinbare Ort des Spiegelbildes erklärt. Gekrümmte glatte Oberflächen geben Bilder anderer Art, aber genau bestimmbar durch das Reflexionsgesetz. Ist jedoch die Oberfläche rauh, so können

Digitized by Google

die auftreffenden Leuchtkörperchen nach allen Seiten reflektirt werden, so daß die Wirkung hervorgebracht wird, als wäre jeder materielle Punkt der Oberfläche selbstleuchtend; und hierin liegt der Grund, warum ein selbst nicht leuchtender aber beleuchteter Körper von allen Seiten aus sichtbar werden kann.

Auch die Ablenkung, welche ein Lichtstrahl erleidet, wenn er aus einem dünnern Medium in ein dichteres, also z. B. aus Luft in Wasser, übergeht, widersprach der Emanationstheorie nicht. Uebte die Materie eine Anziehungskraft auf die Luftkörperchen aus, was ja zu vermuthen war, da alle Materie sich gegenseitig anzieht, so mußte ja nach der Stärke dieser Anziehungskraft der Lichtstrahl von seinem Wege mehr oder weniger abgelenkt werden.

Ja selbst die Erklärung der Beugung, d. h. die Ablenkung des Lichtes an Rändern undurchsichtiger Körper, schien sich leicht aus der Theorie folgern zu lassen, da ja die Anziehung des Randes schon auf die in geringer Entfernung befindlichen Leuchtkörperchen wirken und sie aus ihrer Bahn lenken könnte.

Genug, wir sehen, daß die Newton'sche Emanationstheorie Berechtigung genug hatte, von den damaligen Physikern freudig aufgenommen zu werden. Der ihr gezollte Beifall war freilich auch ein so gewaltiger, daß es schwer hielt, ihre Anhänger von der Unrichtigkeit desselben zu überzeugen. Vergebens stellte Huyghens in seinem Werke: Traité de la lumière, Leide 1690 die neue Hypothese auf, das Licht sei eine Wellenbewegung einer unendlich feinen im Weltraume verbreiteten Materie; er fand wenig Anhänger. Selbst Leonhard Euler vermochte noch nicht im Jahre 1746 diese Undulationstheorie durch Wiederaufnahme und Erweiterung derselben zur Geltung zu bringen. Erst nachdem Young 1800 die Interferenz des Lichtes entdeckt und 1821 Fres-

Digitized by Google

nel an denselben Beugungserscheinungen, welchen Newton die Gründe für die Materialität des Lichtes entlehnte, deren Unhaltsamkeit nachgewiesen hatte, wurde die Undulationstheorie allgemein von der Physikern angenommen.

Diese Theorie beruht auf der Analogie der Erscheinungen des Lichtes mit denen des Schalles. Wie das Wesen des Letzteren darin besteht, daß ein in Schwingungen versetzter elastischer Körper die benachbarten Lufttheilchen veranlaßt, dieselben Schwingungen zu machen, und daß, indem jedes Lufttheilchen seine Bewegung dem folgenden mittheilt, endlich die Luftschicht unseres Gehörganges und somit das Trommelfell in diese schwingende Bewegung geräth — ebenso stellt man sich einen leuchtenden Körper als in Schwingungen begriffen vor, welche durch den feinen überall verbreiteten Lichtäther unserem Auge mitgetheilt werden. Ich füge hinzu, daß der schwingende Lichtäther sowohl, als die beim Schall erregte Luft in einer Wellenbewegung begriffen sind, ganz entsprechend den Wellen, welche ein Steinwurf auf der Oberfläche eines stehenden Wassers sichtbar macht, oder den Wogen, welche uns ein Aehrenfeld zeigt, wenn die Halme im Winde hin- und herwanken, oder auch der Schlangenlinie, in welche ein Seil übergeht, wenn wir es an einem Ende befestigen und an dem anderen hin- und herbewegen *). Es steht zu vermuthen, daß

*) Dem mit der Wellenlehre nicht vertrauten Leser wird hier eine kurze Belehrung nicht unwillkommen sein. Wir wollen zunächst ein Seil betrachten und es durch eine vertikale gerade Linie vorstellen. Versetzen wir dem unteren Ende des Seiles einen Stoß, so wird es in Schwingungen geraden. Das Ende entfernt sich aus der Ruhelage, etwa nach links, und zwar mit abnehmender Geschwindigkeit, so daß es zur Ruhe kommt, kehrt dann mit beschleunigter Geschwindigkeit in die Ruhelage zurück, eilt über diese hinaus und wiederholt diese Bewegung auf der rechten Seite. Somit hat es eine Schwingung vollendet. Die Entfernung der beiden Grenzpunkte der schwingenden Bewegung zur Linken und Rechten der Ruhelage heißt Schwingungsweite.

Digitized by Google

alle physikalischen Wirkungen auf unsere Sinne in einer solchen Wellenbewegung bestehen, in der Weise, daß die Schnelligkeit der Schwingungen den einzigen reellen Unterschied ausmacht.

Wir wollen der Einfachheit wegen annehmen, daß die Schwingung des Seilendes auf einer geraden Linie vor sich geht, welche auf die Ruhelage des Seiles senkrecht steht. Um nun ein deutliches Bild von dieser schwingenden Bewegung zu erhalten, wollen wir die Dauer einer Schwingung in einzelne gleiche Momente zerlegen, etwa 12 an Zahl. Construiren wir nun die Schwingungsweite, indem wir zur Rechten und zur Linken der Ruhelage des Seiles auf der Schwingungsbahn irgendwie große gleiche Stücke abschneiden, ferner jedes dieser Stücke in 3 Theile theilen, der Art, daß diese Theile von der Ruhelage aus nach den Genzen der Schwingungsweite stets kleiner werden, während die Theilungen beider Seiten einander symmetrisch sind: so haben wir — da es hier nicht auf absolute mathematische Genauigkeit, sondern nur auf Anschaulichkeit ankommt — ein Bild der schwingenden Bewegung, indem die erhaltenen Theilpunkte die 12 Stationen bezeichnen, wo das Seilende am Ende jedes der 12 Momente ankommt. Nun aber theilt sich die schwingende Bewegung allmählich allen Punkten des Seiles mit; jeder Punkt macht dieselbe Schwingung, wie das Seilende, nur später. Wenn das Letztere eine Schwingung vollendet hat, so wird es einen Punkt des Seiles geben — falls dieses lang genug ist — welcher eben noch in Ruhe war und nun zugleich mit der zweiten Schwingung des Seilendes seine erste Schwingung antritt. Die Entfernung dieser beiden Punkte, also die Strecke, um welche sich die schwingende Bewegung während der Dauer einer Schwingung fortgepflanzt hat, heißt *Länge der Welle*. Tragen wir in unserer Construktion vom Seilende an eine beliebige Länge als Wellenlänge ab und theilen dieselbe in 12 gleiche Theile, so erhalten wir die Gestalt der Welle in 12 Punkten angegeben, wenn wir uns vorstellen, das Seilende habe eine Schwingung vollendet und nun bedenken, daß jeder folgende Theilpunkt des Seiles dieselbe Schwingung gemacht hat, wie das Seilende, nur jedesmal um eine Station zurückgeblieben ist, da es seine Schwingung je einen Moment später begonnen. Endlich ist noch zu beachten, daß sich mit jeder neuen Schwingung eine neue Welle erzeugt, die Wellenbewegung also um eine Wellenlänge fortschreitet. — Setzen wir an die Stelle des Seilendes, welches den Stoß empfing, einen leuchtenden Punkt, an die Stelle des Seiles einen Lichtstrahl, d. h. irgend eine vom leuchtenden Punkte ausgehende Gerade, und an die Stelle der Seiltheile Theile des elastischen überall verbreiteten Lichtäthers, so haben wir anstatt der Seilwelle eine Lichtwelle, und zwar eine Welle sogenannten *polarisirten* Lichtes, was sich von dem gewöhnlichen dadurch unterscheidet, daß alle Aethertheile desselben Strahles in derselben Ebene schwingen, während bei diesem die

Digitized by Google

Läßt man einen elastischen Stab erst langsamere, dann schnellere und immer schnellere Schwingungen machen, so wird er bei acht Schwingungen in der Sekunde unser Ohr mit dem tiefsten hörbaren Tone, die Oktave unter dem Subcontra-C ansprechen, dann alle Töne in stetiger Erhöhung wahrnehmen lassen, bis endlich bei etwa 24,000 Schwingungen in der Sekunde unser Gehörorgan die Empfindlichkeit verliert. Schnellere Schwingungen des Stabes würden ihn zweifelsohne

---

Schwingungen zwar senkrecht gegen die Richtung des Strahles, aber nach allen Seiten hin vor sich gehen. Man erhält polarisirtes Licht auf verschiedene Weise, z. B. wenn man gewöhnliches Licht durch einen parallel zur krystallographischen Hauptaxe geschliffenen Turmalinkrystall gehen läßt, indem der Turmalin nur Schwingungen in der Richtung dieser Axe fortpflanzt. — Setzen wir an die Stelle des Seiles einen Metallstab, dessen eines Ende durch Anschlagen in Schwingungen versetzt wird, so erhalten wir auf dieselbe Weise, wie vorhin, die Gestalt der Welle, auch wenn der Schlag nicht senkrecht gegen die Längsrichtung des Stabes, sondern schief, oder selbst in der Längsrichtung angeschlagen wird, indem wir nur beachten, daß die Schwingungsrichtungen aller Theile der Richtung des Schlages parallel sein müssen. Im letzten Falle verschwindet die Wellenlinie, aber die Welle spricht sich in der Verdünnung und Verdichtung der Masse aus. Ebenso verhält es sich mit der in einer Röhre (Pfeife) eingeschlossenen Luftsäule, deren eines Ende durch Anblasen in Schwingungen versetzt worden ist. — Es werde nun auch der Wasserwellen gedacht. Erregt man einen Punkt einer ruhigen Wasseroberfläche durch einen Stoß oder Steinwurf, so wird dem hier befindlichen Wassertheilchen eine ab- und aufgehende Bewegung ertheilt, bei welcher es eine Curve beschreibt, die im Falle größter Regelmäßigkeit ein Kreis ist. Theilen wir diese Kreisbahn in 12 gleiche Theile, ziehen durch den Mittelpunkt derselben und einen Theilpunkt eine gerade Linie, welche den Durchschnitt einer vertikalen Ebene mit der Oberfläche des Wassers darstellt, messen wieder eine Strecke als Wellenlänge ab, die in 12 gleiche Theile zu theilen ist, so erhalten wir die Gestallt der Welle auf ganz analoge Weise, wie vorhin die der Seilwelle. Die Oberfläche des Wassers gibt hier noch Veranlassung zur Unterscheidung von Berg und Thal, deren Bedeutung selbstverständlich ist. — Endlich möge hier noch die Bemerkung Platz finden, daß die Wellenlänge von der Schwingungsgeschwindigkeit und der Materie des schwingenden Mediums abhängt, dergestalt, daß bei demselben Medium die Wellenlänge der Schnelligkeit der Schwingungen umgekehrt proportional ist.

Digitized by Google

Wärme ausstrahlen lassen. Bei 483 Billionen Schwingungen in der Sekunde beginnt nun Licht zu erscheinen und zwar zunächst die rothe Farbe, welche bei immer vergrößerter Geschwindigkeit die Schwingungen durch Orange, Gelb, Grün und Blau in Violett übergeht, welchem Letzteren 727 Billionen Schwingungen zukommen. Würden wir nun noch darüber hinaus die Schwingungsgeschwindigkeit vermehren, so würden galvanische und chemische Erscheinungen eintreten. Hiermit wäre denn die Anschauung skizzirt, welche sich heutigen Tages in der Physik vorherrschend behauptet.

Der Unterschied zwischen der Emanationstheorie Newton's und der nunmehr gültigen Undulationstheorie besteht demnach darin, daß nach der ersteren ein Leuchtstoff von der Lichtquelle in's Auge gesandt wird, während nach der letzteren vom leuchtenden Körper in dem Lichtäther eine Wellenbewegung erzeugt wird, die sich in das Auge fortpflanzt. Beide haben das Gemeinsame, daß Wesen und Wirkung des Lichtes als mechanische Zustände aufgefaßt werden, und daß das Auge diese Zustände an dem auf die Netzhaut ausgeübten Anstoße gewahr wird. Insofern also befand sich, wie schon erwähnt worden, Newton auf dem richtigen Standpunkte. Seine Hypothese aber, obwohl er sie heutiges Tages, nachdem die Optik durch eine Menge neuerer Erscheinungen wesentlich bereichert worden ist, nicht mehr würde aufgestellt haben, genügte dem damaligen Bedürfnisse, ja sie hatten beim Auftauchen der Undulationstheorie vor dieser den Vorzug größerer Einfachheit. Wer Newton Gerechtigkeit widerfahren lassen will, der muß seine Größe selbst noch in diesem Irrthume bewundern.

Indem wir uns nunmehr zu der besonderen Lehre von den Farben wenden, so werden wir wiederum auf Newton hingeführt. Es ist schon erwähnt worden, daß seine Farbenlehre der gegenwärtig in der Physik gültigen immer noch zu

Digitized by Google

Grunde liegt. Gestatten Sie mir nunmehr, meine Herren, dieselbe in ihren wesentlichen Momenten Ihnen vorzuführen.

Newton fand, daß ein Sonnenstrahl, welcher durch eine kleine Oeffnung im Fensterladen eines verfinsterten Zimmers auf ein Prisma geleitet wird, auf der gegenüberstehenden Wand nicht nur ein abgelenktes Sonnenbild erzeugt, wie es das Gesetz der Brechung erfordert, sondern daß ein sehr in die Länge gezogenes, in den schönsten Regenbogenfarben prangendes Spektrum zum Vorschein kommt. Stellt man das Prisma horizontal mit der Kante nach oben, so erscheint das obere Ende dieses Spektrums roth, das untere violett; dazwischen liegen die übrigen Farben in allmählichem Uebergange. Das Auge unterscheidet in diesem Farbenstreifen sechs bis sieben Nüançen. Newton zählte: Roth, Orange, Gelb, Grün, Blau, Indigo, Violett, wenn man das Indigo als besondere Nüançe will gelten lassen. Nach hinlänglichen Versuchen zur Ermittelung der Bedingungen des Farbenspektrums, welche den brechenden Winkel und die Substanz des Prisma als allein maßgebend erwiesen, stellte Newton den Satz auf: Das weiße Sonnenlicht ist aus verschiedenen gefärbten Strahlen zusammengesetzt. Diese sind ungleich brechbar.

Was konnte einfacher und natürlicher sein, als die Folgerung dieses Satzes aus den beobachteten Erscheinungen? Aber Newton läßt es auch an bestätigenden Versuchen nicht fehlen. Er überzeugt sich zunächst von der Richtigkeit des zweiten Theils desselben, indem er einen Streifen Pappe, welcher zur Hälfte roth, zur Hälfte blau ist, durch ein Prisma betrachtet, auf welche Weise beide Hälften getrennt erscheinen, dergestalt, daß der blaue Theil stärker abgelenkt ist. Er beobachtet ferner, daß eine Sammellinse (Brennglas) von diesem Streifen stets ein Bild gibt, in welchem die eine oder die andere Farbe an

Digitized by Google

Deutlichkeit vorherrscht, je nach der Entfernung des Schirmes, auf welchem das Bild aufgefangen wird. Um über die Deutlichkeit der Bilder ein richtiges Urtheil zu haben, spannt er über die beiden farbigen Felder schwarze Fäden und beobachtet, ob dieselben im Bilde scharf hervortreten oder unkenntlich werden. Da nun das deutliche blaue Bild der Linse näher liegt, als das rothe, so schließt Newton hieraus wiederum auf größere Brechbarkeit des blauen Lichtes im Vergleich zum rothen. — Nunmehr folgt der erste Theil des angeführten Satzes mit Nothwendigkeit. Da der Sonnenstrahl bei seiner Ausbreitung durch das Prisma in den verschiedenen Farben auftritt, so sind diese ursprünglich im weißen Sonnenlichte enthalten. Daß das Prisma die Farbe nicht erzeuge, ist daraus klar, daß zur Hervorbringung von Farben bloße Ränder undurchsichtiger Körper ausreichen, wovon uns die Betrachtung der Sonne oder einer Kerzenflamme durch eine Federfahne oder einen Flor leicht überzeugen kann.

Entnimmt man nun dem Farbenspectrum einen Strahl, indem man dasselbe auf einem mit einer kleinen Oeffnung versehenen Schirme auffängt, z. B. einem grünen, so zeigt sich derselbe durch ein zweites Prisma nicht weiter zerlegbar. Daraus zieht Newton den Schluß: Die Farben des Spektrums sind homogen.

Weil nun vom Roth zum Violett ein stetiger Uebergang bemerkt wird, so folgt, daß das Sonnenlicht aus einer unendlichen Anzahl homogener Lichter anzusehen ist, unter denen das Auge aber sechs oder sieben Nüancen deutlich zu unterscheiden vermag.

Ich darf hier die Bemerkung nicht unterdrücken, daß sich bei sorgfältiger Beobachtung allerdings Unterbrechungen in dem Uebergange der Farben zu einander finden. Frauen-

Digitized by Google

hofer entdeckte im Spektrum eine große Anzahl paralleler schwarzer Streifen, welche anzeigen, daß an diesen Stellen die zum vollkommenen Uebergange der Farben ineinander nothwendigen Lichtarten fehlen.

Hat man nun die Nöthigung erhalten, das weiße Licht als aus den verschiedenen Farben bestehend zu erachten, so drängt sich uns sogleich die fernere Frage auf, ob sich das weiße Licht aus den Farben des Spektrums wieder zusammensetzen lasse. Newton beantwortet diese Frage bejahend, da er findet, daß eine Sammellinse die aus dem Prisma austretenden Farbstrahlen in ihrem Brennpunkte wieder zu einem farblosen Sonnenbilde vereinigt. Er betrachtet ferner das Spektrum durch ein zweites Prisma und findet es unter geeigneten Umständen wieder in ein farbloses Sonnenbild verwandelt. Solche Gründe sind triftig genug, die aufgestellte Behauptung zu stützen. Es erklärt sich daraus weiterhin, warum man das Spektrum von einer weißen Mitte unterbrochen erhält, wenn es zu nahe am Prisma aufgefangen wird, oder die Oeffnung, durch welche das Licht einfällt, zu groß ist; dann fallen die von den einzelnen Farben erzeugten Bilder theilweise übereinander. Daß man jedoch nicht durch Mischen von Pigmenten eine weiße Farbe herzustellen vermag, das findet seinen Grund in der Unreinheit selbst der schönsten Farbstoffe *).

*) Bufolt's Farbenkreisel, eine rotirende mit den prismatischen Farben bemalte Scheibe, bringt einen dem Weiß sehr ähnlichen Eindruck hervor, indem hier die Mischung der Farben im Auge vor sich geht. Besser aber ist eine Scheibe aus Sektoren von durchsichtiger Leimfolie, welche die Farben des Spektrums haben. Man beleuchtet dieselbe im dunklen Zimmer durch Sonnenlicht, so daß die Farben auf einer weißen Wand erscheinen; bei der Rotation verschwinden dann die Farben und die erleuchtete Stelle der Wand erscheint weiß.

Digitized by Google

Was überhaupt die Farbe als Eigenschaft der Körper betrifft, so erklärt uns Newton, daß die Oberflächen der verschiedenen Körper eine verschiedene Anlage hätten, gewisse Farbstrahlen des auf sie strahlenden Lichtes vorzugsweise zurückzuwerfen. Demnach erscheint der Zinnober roth, weil er die rothen Strahlen fast ausschließlich in unser Auge sendet. Ein Körper, welcher gar kein Licht reflektirte, würde vollkommen schwarz sein; ein Körper dagegen, welcher von allen Farbstrahlen in den Verhältnissen des prismatischen Spektrums mehr oder weniger zurücksendet, erscheint weiß oder grau.

Nachdem wir uns auf diese Weise mit den Prinzipien der Newton'schen Farbenlehre bekannt gemacht und somit die Ueberzeugung gewonnen haben, daß Newton mit bewundernswürdiger Klarheit des Geistes und echtem naturwissenschaftlichem Takte verfährt, wollen wir auch eines Irrthums gedenken, welcher dem großen Manne unterlief. Er war nämlich durch die Bemühungen die damaligen Teleskope zu verbessern und deren Bilder von den farbigen Rändern zu befreien auf die Untersuchung der prismatischen Erscheinungen geführt worden. Nachdem er aber bemerkte, daß der Grad der Farbenzerstreuung von der Stärke der Lichtbrechung abhängig war, so schloß er irriger Weise, daß jene dieser einfach proportional sei, daß folglich eine Brechung ohne Farbenzerstreuung unmöglich und die erwünschte Verbesserung der dioptrischen Teleskope nicht zu erzielen sei. Erst 1757 erfand Dollond die achromatischen Gläser und zeigte, daß eine Sammellinse von Crownglas und eine Zerstreuungslinse von Flintglas so combinirt werden können, daß die Farbenzerstreuung aufgehoben wird, während noch hinreichende Brechung des Lichtes Statt findet, um das System beider Gläser als eine Sammellinse benutzen

Digitized by Google

zu können *). Aber auch dieser Irrthum Newton's war fruchtbar, denn wir verdanken ihm sein vortreffliches Spiegelteleskop.

Endlich werde noch erwähnt, daß Newton der Entdeckung der Interferenz **) nahe war, als er die nach ihm benann-

---

*) Durch ein Prisma von Flintglas (Bleiglas) wird das Licht nur unbedeutend stärker gebrochen, als durch ein gleiches Prisma von Crownglas (Kalkglas); die Farbenzerstreuung des Ersteren ist aber doppelt so groß, als die des Letzteren, wie man an der Breite der Spektra erkennt. Ein Prisma von Crownglas von irgend einem brechenden Winkel und ein Prisma von Flintglas von halb so großem brechenden Winkel liefern daher gleich breite Farbenspektra, aber das Brechungsvermögen des Letzteren ist nur halb so groß, als das des Ersteren. Beide Prismen in entgegengesetztem Sinne zusammengefügt liefern also ein Prisma, welches ein farbloses Spektrum erzeugt, während noch eine Brechung Statt findet, wie bei einem Crownglasprisma von halbem brechenden Winkel. Hieraus erhellt, daß man eine achromatische Linse erhalten wird, wenn man eine Crownglaslinse von bestimmter Brennweite mit einer hohlen Flintglaslinse von der doppelten Zerstreuungsweite zusammensetzt.

**) Unter Interferenz versteht man die Erscheinung, welche durch das Zusammenwirken verschiedener Wellensysteme hervorgerufen wird. Es besteht diese Erscheinung darin, daß zwei zusammenfallende Berge oder Thäler sich verdoppeln, während da, wo Berg und Thal zusammentreffen, eine Ausgleichung Statt findet, so daß die Gleichgewichtslage wieder hergestellt ist. Man kann diese Erscheinung leicht an einer ruhigen Wasseroberfläche beobachten, wenn man gleichzeitig an zwei Stellen Wellenkreise erregt. Aus der Interferenz erklärt sich einfach der an sich paradox erscheinende Umstand, daß Licht zu Licht hinzugebracht Dunkelheit erzeugen könne; zwei Lichtstrahlen von gleicher Wellenlänge nämlich, welche dieselbe Richtung durchlaufen und in derselben Ebene schwingen, wovon der eine dem andern um eine halbe Wellenlänge (oder irgend ein ungerades Vielfaches einer halben Wellenlänge) vorauseilt, müssen einander vernichten, da hier Berg und Thal beider Wellensysteme entgegengesetzt aufeinander fallen. — Um hier sogleich eine Erklärung der Newton'schen Farbenringe zu geben, wollen wir einen einfacheren Versuch zu Grunde legen. Zwei gut geschliffene Streifen Spiegelglas so aufeinander gepreßt, daß am einen Ende ein eingeschobenes Goldblättchen die völlige Berührung verhindert, zeigen farbige parallele Streifen. Bei Anwendung homogenen Lichtes sieht man nur helle und dunkle Streifen, welche je nach der Farbe des Lichtes verschiedenen Abstand von einander haben. Die Erklärung ist folgende. Das auffallende homogene z. B. rothe Licht wird an der oberen

Digitized by Google

ten Farbenringe beobachtete, welche entstehen, wenn eine flache Sammellinse auf eine ebene Glastafel angedrückt wird. Er gibt indessen keine Erklärung dieser Erscheinung, sondern sagt nur, er finde am Lichte „periodische Anwandlungen" in die Körper einzudringen.

Im Jahre 1808, also acht Jahre nach der Entdeckung der Interferenz durch Young, trat Göthe der Farbenlehre Newton's durch Herausgabe seines Werkes entgegen. Er entwickelt im ersten Theile seine Ansicht über die Farben; im zweiten bekämpft er die Newton'sche Lehre mit großer Heftigkeit. Es folgt dann ein dritter historischer Theil und endlich ein Anhang über die farbige Beleuchtung.

Hören wir von Göthe selbst, was ihn zu dem Studium der Farben veranlaßt habe.

„Indem sich meine Zeitgenossen" — sagt er in seiner Konfession — „gleich bei dem ersten Erscheinen meiner dichte„rischen Versuche freundlich genug gegen mich erwiesen, und „mir, wenn sie gleich sonst mancherlei auszusetzen fanden, we„nigstens ein poetisches Talent mit Geneigtheit zuerkannten;

Platte zum Theil reflektirt, zum Theil aber bringt es durch diese Platte und den geringen keilförmigen Zwischenraum der Platten und wird an der untern Platte reflektirt, so daß es durch den Zwischenraum und die obere Platte zurückkehrend, parallel mit dem an der oberen Platte reflektirten Lichte austritt. Je nachdem nun die Verzögerung des zur unteren Platte gedrungenen Lichtstrahls ein gerades oder ein ungerades Vielfaches einer halben Wellenlänge beträgt, was von der Größe des passirten Zwischenraumes abhängt, wird eine helle oder dunkle Stelle erscheinen. Man sieht leicht ein, wie dieser Versuch ein Mittel abgeben könne, die Längen der sehr kleinen Wellen eines farbigen Strahles zu messen. Da nun die Wellenlänge des rothen Lichtes fast doppelt so groß ist, als die des violetten, die Wellenlängen der übrigen Farben aber dazwischen liegen, so wird bei Anwendung von Sonnenlicht jede Farbe desselben ihre hellen Streifen an etwas anderen Orten erzeugen, und aus dem theilweisen Uebereinanderfallen dieser Streifen entstehen dann die beobachteten bunten Streifen.

Digitized by Google

„so hatte ich selbst gegen die Dichtkunst ein eigenes wunder-
„sames Verhältniß, das blos praktisch war, indem ich einen
„Gegenstand, der mich ergriff, ein Muster, das mich aufregte,
„einen Vorgänger, der mich anzog, so lange in meinem in-
„nern Sinn trug und hegte, bis daraus Etwas entstanden
„war, das als mein angesehn werden mochte, und das ich,
„nachdem ich es Jahre lang im Stillen ausgebildet, endlich
„auf einmal, gleichsam aus dem Stegreife und gewissermaßen
„instinktartig, auf das Papier fixirte. Daher denn die Leb-
„haftigkeit und Wirksamkeit meiner Produktionen sich ablei-
„ten mag."

„Da mir aber, sowohl in Absicht auf die Conception
„eines würdigen Gegenstandes als auf die Composition und
„Ausbildung der einzelnen Theile, sowie was die Technik des
„rhythmischen und prosaischen Styls betraf, nichts Brauchbares,
„weder von den Lehrstühlen, noch aus den Büchern entgegen-
„kam, indem ich manches Falsche zwar zu verabscheuen, das
„Rechte aber nicht zu erkennen wußte und deshalb selbst wie-
„der auf falsche Wege gerieth; so suchte ich mir außerhalb der
„Dichtkunst eine Stelle, auf welcher ich zu irgend einer Ver-
„gleichung gelangen, und dasjenige, was mich in der Nähe
„verwirrte, aus einer gewissen Entfernung übersehen und beur-
„theilen könnte."

„Diesen Zweck zu erreichen konnte ich mich nirgends besser
„hinwenden, als zu der bildenden Kunst. Ich hatte dazu
„mehrfachen Anlaß: denn ich hatte so oft von der Verwandt-
„schaft der Künste gehört, welche man auch in einer gewissen
„Verbindung zu behandeln anfing. Ich war in einsamen
„Stunden früherer Zeit auf die Natur aufmerksam geworden,
„wie sie sich als Landschaft zeigte, und hatte, da ich von Kind-
„heit auf in den Werkstätten der Maler aus- und einging, Ver-
„suche gemacht, das was mir in der Wirklichkeit erschien, so

Digitized by Google

„gut es sich schicken wollte, in ein Bild zu verwandeln; ja ich „fühlte, wozu ich eigentlich keine Anlage hatte, einen weit grö„ßeren Trieb als zu demjenigen, was mir von Natur leicht „und bequem war. So gewiß ist es, daß die falschen Ten„denzen den Menschen öfters mit größerer Leidenschaft entzün„den, als die wahrhaften, und daß er demjenigen weit eifriger „nachstrebt was ihm mißlingen muß, als was ihm gelingen „könnte."

„Je weniger also mir eine natürliche Anlage zur bilden„den Kunst geworden war, desto mehr sah ich mich nach Ge„setzen und Regeln um; ja ich achtete weit mehr auf das „Technische der Malerei, als auf das Technische der Dicht„kunst: wie man denn durch Verstand und Einsicht dasjenige „auszufüllen sucht, was die Natur Lückenhaftes an uns ge„lassen hat."

„Je mehr ich nun durch Anschauung der Kunstwerke, in„sofern sie mir im nördlichen Deutschland vor die Augen ka„men, durch Unterredung mit Kennern und Reisenden, durch „Lesen solcher Schriften, welche ein lange pedantisch vergra„benes Alterthum einem geistigern Anschaun entgegen zu heben „versprachen, an Einsicht gewissermaßen zunahm, desto mehr „fühlte ich das Bodenlose meiner Kenntnisse, und sah immer „mehr ein, daß nur von einer Reise nach Italien etwas Be„friedigendes zu hoffen sein möchte."

Den Erfolg seiner Reise offenbart er in den Worten:

„Manches war im Einzelnen deutlich, manches im ganzen „Zusammenhange klar. Von einem einzigen Punkte wußte ich „mir nicht die mindeste Rechenschaft zu geben: es war das „Colorit."

„Mehrere Gemälde waren in meiner Gegenwart erfunden, „componirt, die Theile, der Stellung und der Form nach, „sorgfältig durchstudirt worden, und über alles dieses konnten

Digitized by Google

„mir die Künstler, konnte ich mir und ihnen Rechenschaft, ja „sogar manchmal Rath ertheilen. Kam es aber an die Fär„bung, so schien Alles dem Zufall überlassen zu sein, dem „Zufall, der durch einen gewissen Geschmack, einen Geschmack, „der durch Gewohnheit, eine Gewohnheit, die durch Vorur„theil, ein Vorurtheil, das durch Eigenheiten des Künstlers, „des Kenners, des Liebhabers bestimmt wurde."

Weiterhin sagt nun Göthe:

„Je weniger mir nun bei allen Bemühungen etwas er„freulich Belehrendes entgegenschien, destomehr brachte ich die„sen mir so wichtigen Punkt überall wiederholt, lebhaft und „dringend zur Sprache, dergestalt, daß ich dadurch selbst Wohl„wollenden fast lästig und verdrießlich fiel. Aber ich konnte „nur bemerken, daß die lebenden Künstler blos aus schwan„kenden Ueberlieferungen und einem gewissen Impuls handel„ten, daß Helldunkel, Colorit, Harmonie der Farben immer „in einem wunderlichen Kreise sich durcheinander drehten. „Keins entwickelte sich aus dem Andern, Keins griff nothwen„dig ein in das Andere. Was man ausübte, sprach man als „technischen Kunstgriff, nicht als Grundsatz aus. Ich hörte „zwar von kalten und warmen Farben, von Farben, die ein„ander heben, und was dergleichen mehr war; allein bei jeder „Ausführung konnte ich bemerken, daß man in einem sehr „engen Kreise wandelte, ohne denselben überschauen oder be„herrschen zu können."

. . . .

„Sobald ich nach langer Unterbrechung endlich Muße „fand, den eingeschlagenen Weg weiter zu verfolgen, trat mir „in Absicht auf das Colorit dasjenige entgegen, was mir schon „in Italien nicht verborgen bleiben konnte. Ich hatte nämlich „zuletzt eingesehen, daß man den Farben, als physischen Er„scheinungen, erst von der Seite der Natur beikommen müsse,

Digitized by Google

„wenn man in Absicht auf Kunst Etwas über sie gewinnen „wolle."

. . . .

„Als ich mich nun von Seiten der Physik den Farben zu „nähern gedachte, las ich in einem Compendium das herge„brachte Kapitel, und weil ich aus der Lehre, wie sie dastand, „Nichts für meinen Zweck entwickeln konnte; so nahm ich mir „vor, die Phänomene wenigstens selbst zu sehen, zu welchen „Hofrath Büttner, der von Göttingen nach Jena gezogen „war, den nöthigen Apparat mitgebracht und mir ihn in „seiner freundlich mittheilenden Weise sogleich angeboten hatte. „Es fehlte nur also noch an einer dunklen Kammer." ...

Weiter erzählt Göthe, daß er inzwischen seine Wohnung gewechselt habe und, obwol er ein geeignetes Zimmer vorfand, mit der dunklen Kammer doch sobald nicht zu Stande gekommen sei.

„Die Prismen" — sagt er — „standen eingepackt, wie „sie gekommen waren, in einem Kasten unter dem Tische, und „ohne die Ungeduld des Jenaischen Besitzers hätten sie noch „lange dastehen können."

Göthe bittet indessen um Frist und erhält sie, benutzt sie aber wiederum nicht, und der Besitzer schickt einen Boten mit dem Auftrage, die Prismen zurückzuholen; Göthe könne sie später wiedererhalten. Darauf erzählt uns Göthe weiter:

„Da ich mich mit diesen Untersuchungen sobald nicht ab„zugeben hoffte, entschloß ich mich das gerechte Verlangen so„gleich zu erfüllen. Schon hatte ich den Kasten hervorgenom„men, um ihn dem Boten zu übergeben, als mir einfiel, ich „wollte doch noch geschwind durch ein Prisma sehen, was ich „seit meiner frühsten Jugend nicht gethan hatte. Ich erinnerte „mich wol, daß alles bunt erschien, auf welche Weise jedoch, „war mir nicht mehr gegenwärtig. Eben befand ich mich in

Digitized by Google

„einem völlig geweißten Zimmer; ich erwartete, als ich das „Prisma vor die Augen nahm, eingedenk der Newton'schen „Theorie, die ganze weiße Wand nach verschiedenen Stufen „gefärbt, das von da in's Auge zurückkehrende Licht in soviel „farbige Lichter zersplittert zu sehen."

„Aber wie verwundert war ich, als die durch's Prisma „angeschaute weiße Wand nach wie vor weiß blieb, daß nur „da, wo ein dunkles dran stieß, sich eine mehr oder weniger „entschiedene Farbe zeigte, daß zuletzt die Fensterstäbe am „Allerlebhaftesten farbig erschienen, indessen am lichtgrauen „Himmel draußen keine Spur von Färbung zu sehen war. „Es bedurfte keiner langen Ueberlegung, so erkannte ich, daß „eine Gränze nothwendig sei, um Farben hervorzubringen, „und ich sprach wie durch einen Instinkt sogleich vor mich „laut aus, daß die Newton'sche Lehre falsch sei." —

Hätte Göthe ein richtiges Verständniß der Newton'schen Lehre gehabt, so hätte er nichts Anderes erwarten können, als daß die prismatischen Farben nur an den Rändern der Gegenstände auftreten können. Betrachten wir ein weißes Viereck auf schwarzem Grunde, so müssen nach Newton's Theorie die verschiedenen Farben verschieden abgelenkte Bilder des Vierecks liefern, und wenn man dieses nicht schmal genug nimmt, so müssen jene Bilder zum Theil übereinander fallen und eine weiße Mitte wiedererzeugen. Ein schwarzes Viereck auf weißem Grunde erhält gleichfalls farbige Ränder vom anstoßenden Weiß.

Göthe aber, im Glauben eine wichtige Entdeckung gemacht zu haben, verfolgt eifrig seinen Gedanken, plagt alle Welt damit und richtet endlich im vollsten Verdrusse über die beständig erhaltene Entgegnung, Newton habe das Alles schon erklärt, seinen Zorn gegen den großen Naturforscher. Er lehnt sich gegen die Ansicht auf, daß weißes Licht aus Farben zu-

Digitized by Google

sammengesetzt sein solle, nennt die Erscheinung der Farbenscheibe, bei welcher die Eindrücke der verschiedenen Farben im Auge gemischt werden, ein niederträchtiges Grau und verspottet Mollweide in den Versen:

Newtonisch Weiß den Kindern vorzuzeigen,
Die pädagog'schem Ernst sogleich sich neigen,
Trat einst ein Lehrer auf mit Schwungrads Possen;
Auf selbem war ein Farbenkreis geschlossen.
Das dorlte nun. „Betracht es mir genau!
„Was siehst du, Knabe?" — Nun was seh ich? Grau? —
„Du siehst nicht recht! Glaubst du, daß ich das leide?
„Weiß, dummer Junge, Weiß! so sagt's Mollweide."

Aber wir wollen sehen, welche Ansicht Göthe sich von den Farben gebildet hat.

Vom Lichte im Allgemeinen zu reden, lehnt er ab. „Die Farben" — sagt er — „sind Thaten des Lichtes, Thaten und „Leiden. In diesem Sinne können wir von denselben Auf„schlüsse über das Licht erwarten."

Er geht nun von den physiologischen Farben aus und theilt seine Versuche über das Abklingen der Farben mit.

„Die Retina" — sagt er — „befindet sich, je nachdem „Licht oder Finsterniß auf sie wirken, in zwei verschiedenen „Zuständen, die einander völlig entgegenstehen. — Gehen wir „schnell aus einem dieser Zustände in den andern über — so „können wir bemerken, daß die Zustände eine Zeit lang dauern. „Wer aus der Tageshelle in einen dämmerigen Ort übergeht, „unterscheidet Nichts in der ersten Zeit. — Wer einen völlig „dunklen Ort mit einem, den die Sonne bescheint, verwechselt, „wird geblendet. Wer aus der Dämmerung in's nicht blen„dende Helle kommt, bemerkt alle Gegenstände frischer und „besser; daher ein ausgeruhtes Auge durchaus für mäßige „Erscheinungen empfänglicher ist."

Digitized by Google

Hier zeigt sich schon die Besonderheit der Göthe'schen Ansicht in dem Hervorheben des Gegensatzes der Wirkungen von Licht und Finsterniß auf das Auge. Wie aber zwischen Licht und Finsterniß kein absoluter, sondern nur ein gradueller Unterschied besteht, so können auch die Zustände der Retina nur durch den Grad der Erregung geschieden sein.

Nun erwähnt Göthe die Irradiation d. h. die Ausbreitung des Lichteindruckes im Auge über die erregte Stelle hinaus, woraus sich erklärt, daß ein heller Gegenstand breiter erscheint, ein Lineal, hinter welchem ein Kerzenlicht hervorblickt, eine Scharte zeigt u. s. w.

Weiter geht er zu den Nachbildern über. Blickt man eine Weile scharf nach dem hellen Himmel hinter einem Fenster und schließt dann das Auge oder blickt nach einem dunkeln Orte, so sieht man nach einer Weile das schwarze Fensterkreuz auf hellem Grunde. Blickt man aber nach einer mäßig erleuchtenden Fläche, etwa nach der Zimmerdecke, so kehrt sich die Erscheinung um, indem alsbald ein helles Fensterkreuz auf dunklem Boden auftaucht. Man kann beide Versuche mit einander bequem verbinden, indem man nach vorgenommener Blendung das Auge gegen die Zimmerdecke richtet und es abwechselnd schließt und öffnet. Die Optik erklärt diese Erscheinungen auf folgende Weise. Die Schwingungen, in welche die Retina versetzt wurde, dauern noch lange fort; der eben beschriebene Versuch läßt sich zuweilen noch nach einigen Stunden wiederholen; darum kann man das Auge schließen oder in das Finstere blicken, ohne den Lichteindruck zu verlieren. Aber die gewaltsame Anstrengung des Auges während der Blendung hat den Sehnerv, dessen Ausbreitung die Retina ist, an den erregten Stellen stumpf gemacht; sobald das mäßig helle Licht der Zimmerdecke in das Auge gelangt, werden diejenigen Stellen der Netzhaut, auf welche das Fensterkreuz gefallen war, da sie

Digitized by Google

noch frisch sind, den Lichteindruck der Zimmerdecke ungeschwächt in das Bewußtsein überführen, während die geblendeten Stellen, obgleich die vorhandenen Schwingungen hier andauern, vom Bewußtsein mehr oder weniger isolirt worden sind. Schließt man das Auge auf's Neue, so hat man den vorigen Zustand wieder hergestellt. Nur an den geblendeten Stellen findet eine Erregung der Nerven Statt, hier also wird Licht wahrgenommen, und um so deutlicher, als mit der Zeit die Leitungsfähigkeit des Nerven sich wieder mehr und mehr restaurirt.

Göthe gibt nun zwar zu, daß diese Erklärungsweise wol ausreichend sei; in Betracht weiterer Erscheinungen glaubt er jedoch genöthigt zu sein, das Phänomen aus höheren Quellen abzuleiten.

„Das Auge eines Wachenden" — sagt er — „äußert „seine Lebendigkeit besonders darin, daß es durchaus in seinen „Zuständen Abwechselung verlangt, die sich am Einfachsten vom „Dunkeln zum Hellen und umgekehrt bewegen. Das Auge „kann und mag nicht einen Moment in einem besondern, in „einem durch das Objekt specificirten Zustand identisch verharren. „Es ist vielmehr zu einer Art von Opposition genöthigt, die, „indem sie das Extreme dem Extremen, das Mittlere dem Mittleren entgegensetzt, sogleich das Entgegengesetzte verbindet, „und in der Succession sowohl, als in der Gleichzeitigkeit und „Gleichörtlichkeit nach einem Ganzen strebt."

Göthe sieht also den Grund der Erscheinung in der aktiven Reaktion des Auges. Wir werden auf diesen Punkt wiederholt zurückgeführt werden; darum beschränke ich mich hier auf die Bemerkung, daß diese Göthe'sche Ableitung des in Rede stehenden Phänomens keine Erklärung desselben ist. Statt den Grund der Erscheinung aufzudecken, verlegt ihn Göthe in die innersten Vorgänge des Sehprozesses; statt ihn hervorzuzie-

Digitized by Google

hen, schiebt er ihn über die Gränze des Erklärbaren hinaus und entledigt sich seiner.

Schopenhauer, ein eifriger Vertheidiger der Göthe'schen Farbenlehre, stimmt auch diesmal Göthe nicht bei, sondern nimmt die Erklärungsweise der herrschenden Optik wieder auf. Er sagt in seiner Abhandlung „Ueber das Sehen", daß die Umkehrung der Erscheinung eigentlich nur scheinbar sei, nicht aber eine wirkliche Aktion des ausgeruhten Theils; denn wenn man das Auge schlösse, oder in's Finstre blicke, so kehre sich ja die Erscheinung nicht um.

Nunmehr erwähnt Göthe die Erscheinung des Contrastes zwischen Weiß, Grau und Schwarz. Ein graues Bild auf schwarzem Grunde erscheint heller, als dasselbe Bild auf weißem. Er erklärt diesen Umstand wiederum „aus dem stillen Widerspruch, den jedes Lebendige zu äußern gedrungen ist, wenn ihm irgend ein bestimmter Zustand dargeboten wird."

Er sagt: „Es ist die ewige Formel des Lebens, die sich „auch hier äußert. Wie dem Auge das Dunkle geboten wird, „so fordert es das Helle; es fordert Dunkel, wenn man ihm „Hell entgegenbringt und zeigt eben dadurch seine Lebendigkeit, „sein Recht, das Object zu fassen, indem es Etwas, das dem „Objekt entgegengesetzt ist, aus sich selbst hervorbringt." Er hätte hier noch die Worte Faust's citiren können:

„So tauml' ich von Begierde zu Genuß,
Und im Genuß verschmacht' ich nach Begierde."

Kehren wir nun auf unsern optischen Standpunkt zurück, so kann uns die Erklärung des in Rede stehenden Contrastes keine Schwierigkeiten machen. Das am Weiß abgestumpfte Auge sieht das Grau dunkler; das am Schwarz frisch erhaltene sieht das Grau heller. Wir wollen aber auch noch ein weißes Bild auf grauem Grunde betrachten. Dabei bemerken wir, daß da, wo Grau und Weiß aneinanderstoßen, jenes dunkler,

Digitized by Google

dieses heller erscheint. Auch dies ist in Uebereinstimmung mit der gegebenen Erklärung, denn indem das Auge bei der Vergleichung unmerklich hin und her schwankt, fällt abwechselnd der graue Rand auf die am Weißen abgestumpfte Stelle der Retina, und der weiße Rand auf die am Grauen frischer erhaltene. Um kurz zu sein, die Erscheinung des Contrastes ist ein beginnendes, noch unvollkommenes Nachbild. Dieses stellt sich auch alsbald deutlich ein und damit erhöht sich der Contrast. Hierbei haben wir dann Gelegenheit, das Schwanken unseres ruhig scheinenden Auges am Schwanken des Nachbildes gewahr zu werden.

Hierauf spricht Göthe vom Abklingen der Farben. Er läßt im Fensterladen eines verfinsterten Zimmers eine Oeffnung frei und betrachtet dadurch den hellen Himmel. Dann schließt er die Oeffnung oder das Auge und bemerkt nun zunächst das helle Nachbild, welches aber alsbald gelb wird und durch Roth in Blau übergeht, so daß jedesmal das Bild von der Peripherie aus von der folgenden Farbe verschlungen wird, bis es endlich erlischt. „Hier sehen wir" — sagt er zur Erklärung — „wie sich die Netzhaut durch eine Succession von Schwingungen gegen den gewaltsamen äußern Eindruck nach und nach herstellt." — Er faßt also auch hier den Vorgang rein subjektiv auf.

Die Optik erklärt dagegen dieses Nachklingen aus dem verschieden schnellen Abnehmen und Verschwinden der einzelnen Farben des weißen Lichtes bei der Nachwirkung im Auge. Die Intensität des Gelb nimmt erst langsam, dann schnell ab, während die übrigen Farben stufenweise, anfangs schneller als Gelb, später aber langsamer abnehmen, so daß Blau und Violett anfangs schneller abnehmen, als später. Daher zeigt sich bei genauer Beobachtung das Abklingen in dem Farben-

Digitized by Google

wechsel: Weiß, Gelb, Orange, Roth, Violett, Grünlichblau, Dunkelblau, Schwarz.

Aendert man den Versuch dahin ab, daß man nach vorgenommener Blendung auf eine mäßig helle weiße Wand blickt, so erscheint zunächst das bereits bekannte umgekehrte dunkle Nachbild, es findet aber auch hier eine Farbenfolge Statt, indem das Nachbild alsbald blaugrün, gelb und endlich farblos wird. Göthe bedarf zur Erklärung dieses Phänomens wiederum nur der aktiven Reaktion des Auges, womit er sich freilich über die Schwierigkeit der Sache hinweghebt.

Ehe wir jedoch aus den Gesetzen der Optik die genannte Erscheinung ableiten, müssen wir erst Göthe zur Betrachtung der complementären Farben folgen.

Legt man auf eine weiße Fläche einen Streifen lebhaft rothen Papiers, fixirt ihn eine Weile und zieht ihn dann schnell hinweg, so erblickt man an der Stelle desselben einen grünen Streifen. Wendet man einen grünen Streifen an, so erscheint ein rothes Nachbild. In derselben Beziehung stehen zu einander Blau und Orange, Gelb und Violett. Daraus läßt sich zum Voraus weiter bestimmen, welche Farbe das Nachbild eines irgendwie gemischt gefärbten Streifens haben wird. Man nennt diejenigen Farben, welche sich auf diese Weise einander hervorrufen, complementär zu einander. Göthe nennt sie geforderte Farben und stellt behufs der Erklärung ihrer Entstehung die sechs prismatischen Farbennüançen: Roth, Orange, Gelb, Grün, Blau, Violett in einem Kreise zusammen. Da sich in diesem Schema die complementären Farben diametral gegenüber stehen, so ist es ihm ein Abbild des innern Vorganges, nämlich des im Auge thätigen Gegensatzes.

Die Optik im Geiste Newton's verfährt aber auch hier in der umgekehrten Weise und sieht in dem Vorgange eine passive

Digitized by Google

Reaktion des Auges. Da die Gesammtheit der Farben den Eindruck des Weißen hervorbringt, die Nüancen Orange, Grün, Violett, aber aus Roth, Gelb und Blau gemischt werden können, so müssen die Letzteren allein in ihrem Zusammenwirken ebenfalls Weiß erzeugen. Daraus folgt weiter, daß man dasselbe Resultat durch Zusammenwirken einer dieser drei Farben mit der aus den beiden andern sich ergebenden Mischfarbe erhält, daß also diejenigen Farben, welche wir vorhin als complementäre Farben bezeichnet haben, sich einander zu Weiß ergänzen. Man hat hier keinen Anstoß daran zu nehmen, daß hier Orange, Grün und Violett nur als Mischfarben betrachtet werden, weil die entsprechenden homogenen Farben des Spektrums sich in ihrer Wirkung fast nicht von jenen unterscheiden. Löschen wir nun aus der Farbenreihe eine Farbe aus, so ist klar, daß der Gesammteindruck der übrigen die complementäre Farbe sein wird. Ein solches Auslöschen aber bewirken wir durch angestrengtes Betrachten einer Farbe; auf der weißen Fläche erscheint mithin die complementäre Farbe.

Hieraus erklärt sich sogleich weiter der Contrast der Farben. Wo eine Farbe an eine andere grenzt, welche mit ihr durchaus keine Nüancen gemein hat, zeigt sich eine Erhöhung der Lebhaftigkeit. Denn indem das Auge von der einen zur andern hinüberschweift, bietet es den Farbeneindrücken die empfänglichsten Stellen der Netzhaut dar. Gelangt indeß von den farbigen Flächen noch etwas zerstreutes weißes Licht in das Auge, wie das fast immer der Fall ist, so müssen die entstehenden complementären Nachbilder ihren Einfluß äußern. Dies ist der Grund, warum das Zusammenstellen complementärer Farben durch die Reinheit des Contrastes von besonders angenehmer Wirkung ist.

Nunmehr hat es keine Schwierigkeit, das Abklingen des hellen Bildes auf einer mäßig hellen weißen Wand zu

Digitized by Google

erklären; denn mit dem Erlöschen der Farben im Auge müssen auf der weißen Wand die betreffenden complementären Farben auftreten.

Lassen Sie mich indeß, meine Herren, bei diesem so interessanten, als wichtigen Punkte noch einen Augenblick verweilen, und die Richtigkeit unserer Ansicht an einem ferneren Versuche prüfen.

Man nehme die Blendung des Auges durch eine bestimmte Farbe vor, z. B. durch Roth, indem man durch ein rothes Glas nach dem hellen Himmel sieht. Blickt man nun nach einer mäßig erleuchteten weißen Wand, so sieht man noch einen Augenblick Roth. Dieses Roth rührt her von der Andauer der vom rothen Lichte erregten Schwingungen im Auge, welche wir der Kürze halber „rothe Schwingungen" nennen wollen; es ist jedoch weniger intensiv, als es die Intensität dieser Schwingungen erfordern würde, weil die Empfindlichkeit des Nerven gegen rothes Licht so herabgestimmt ist, daß das im Weiß der Wand enthaltene Roth unwirksam bleibt, während das complementäre Grün, gegen welches das Auge empfindlich geblieben ist, den zur Bildung von Weiß erforderlichen Antheil des Rothen auslöscht. Nimmt darauf die Intensität der rothen Schwingungen so weit ab, daß der noch immer gegen Roth sehr empfindliche Nerv sie nicht mehr zu empfinden vermag, so erblickt man nichts Anderes, als die weiße Wand. Bei weiterer Abnahme der Intensität der rothen Schwingungen und fortdauernden Unempfindlichkeit des Nerven für rothes Licht muß die Wand grün erscheinen. Allmählich jedoch gewinnt der Nerv wieder an Empfindlichkeit für rothes Licht; er empfindet zwar noch nicht das Roth der weißen Wand, wol aber mehr und mehr die intensivern noch immer fortdauernden rothen Schwingungen, und wenn diese Empfindung von Roth stark genug geworden ist, das im Weiß der Wand

Digitized by Google

enthaltene Grün auszulöschen, so erscheint wieder die weiße Wand. Endlich empfindet der sich erholende Nerv mehr von den rothen Schwingungen, als das Grün der Wand aufzuheben vermag, und es entsteht wieder ein rothes Bild, das an Deutlichkeit mit der Herstellung der normalen Empfindlichkeit des Nerven zunimmt und zuletzt, von der Intensität der rothen Schwingungen allein abhängig, mit diesen erstirbt.

Der Vorgang beruht also auf dem Umstande, daß die Intensität der Nachschwingungen im Auge Anfangs schneller abnimmt, als die Empfindlichkeit des zwar nicht völlig, aber doch beträchtlich abgestumpften Sehnerven zunimmt, während sich später das Verhältniß umkehrt. Bei dem eben beschriebenen Versuche haben wir aber noch die Voraussetzung gemacht, die vorgenommene Blendung habe nur einen solchen Grad erreicht, daß die völlige Restaurirung des Nerven noch vor dem Erlöschen der Nachschwingungen eintreten konnte. Wir wollen aber auch noch den ferneren Fall der Betrachtung unterwerfen, wo die Blendung so mächtig war, daß die Herabstimmung der Empfindlichkeit des Nerven für die angewendete Farbe die Nachschwingungen im Auge überdauert. Der vorige Prozeß setzt sich alsdann noch weiter fort. Nachdem nämlich das zuletzt erwähnte rothe Bild erschienen ist, nimmt die Intensität der rothen Schwingungen endlich so weit ab, daß der noch nicht völlig hergestellte Nerv Nichts mehr von ihnen empfinden kann. Man erblickt die weiße Wand. Jetzt erlöschen die rothen Schwingungen, während das Auge noch etwas unempfindlich gegen die rothe Farbe geblieben ist, und die Wand erscheint mithin grün, welche Farbe mit der zunehmenden Restauration des Nerven blasser wird und erlischt.

Es bleibt noch übrig, daß wir auch die zweite Modifikation des Versuchs anstellen, indem wir nach der vorgenom-

Digitized by Google

menen Blendung durch Roth das Auge schließen oder in das Finstere blicken. Es erscheint die rothe Farbe, mit welcher geblendet wurde, vermöge der Nachschwingungen, und zwar in voller Lebhaftigkeit. Richtet man nun den Versuch so ein, daß durchaus kein Licht von Außen in das Auge dringen kann, so wird die Erscheinung dabei ihr Bewenden haben, daß dies Roth mit der Abnahme der Intensität der Nachschwingungen an Lebhaftigkeit verliert; daß es erlischt, sobald die Intensität der rothen Schwingungen so gering geworden ist, daß das noch sehr unempfindliche Auge sie nicht mehr wahrnehmen kann, und daß endlich bei zunehmender Empfindlichkeit des Nerven die rothe Farbe wiederum auftreten kann, falls die rothen Schwingungen noch nicht erloschen waren. Kann indeß eine geringe Menge weißen Lichtes in das Auge gelangen, so wird sich von hier ab noch eine Folge von düsterem Grau, Grün und Roth beobachten lassen, ganz in Uebereinstimmung mit dem Früheren, wenn anders die rothen Schwingungen nicht zu frühe aufgehört haben.

Nehmen wir die Blendung mit anderen Farben vor, so ist nach dem Gesagten der Vorgang leicht zu bestimmen, nur ist die Geschwindigkeit des Erlöschens der Nachschwingungen, wie wir bereits wissen, nicht stets dieselbe. Wenden wir demnach weißes Licht an, so werden die von den einzelnen Farben hervorgerufenen Erscheinungen gleichzeitig Statt finden und zu einem complicirten Vorgange Anlaß geben, welchen weiter zu verfolgen allzuweit führen möchte.

Nachdem wir auf diese Weise zur Genüge gesehen haben, wie völlig ausreichend unsere Ansicht von der passiven Reaktion des Auges zur Erklärung aller bisher erwähnten Erscheinungen ist, will ich noch einer interessanten Beobachtung der neueren Zeit erwähnen, welche uns recht veranschaulicht, wie lange die Nachschwingungen des Lichtes auch außerhalb des Auges wirk-

Digitized by Google

sam andauern. Setzt man eine Zeichnung, schwarz auf weißem Grunde, am Besten eine solche, welche starken Contrast von Licht und Schatten zeigt, einer andauernden Einwirkung des direkten Sonnenlichtes aus und bedeckt sie in einem finsteren Raume mit photographischem Papier, so erhält man auf dem Letzteren alsbald ein negatives Bild, selbst dann, wenn Bild und Papier durch einen kleinen Zwischenraum getrennt worden waren. Diese Thatsache, welche eine interessante und wichtige Erweiterung jener längst bekannten ist, daß gewisse Körper, nachdem sie dem Sonnenlicht ausgesetzt waren, im Dunkeln leuchten, gibt eine neue Stütze der Undulationstheorie ab. Wir haben nicht nöthig, uns über die Möglichkeit zu beunruhigen, ob das Licht wie ein Gas absorbirt und wieder ausgeschieden werden könne; die Andauer der Lichtschwingungen erklärt den Vorgang auf das Vortrefflichste.

Göthe gelangt nun zu einem für seine Theorie höchst wichtigen Punkte, nämlich zu den farbigen Schatten. Wenn ein Körper zugleich von farbigem und weißem Lichte beleuchtet wird, so daß auf einer weißen Fläche zwei verschiedene Schatten entstehen, so zeigt sich der dem farbigen Lichte angehörige Schatten da, wo er vom weißen Lichte beleuchtet wird, in der complementären Farbe. Für uns ergibt sich die Erklärung unmittelbar aus der Ermüdung des Auges gegen die wirkende Farbe. Göthe stützt sich natürlich auf seine Anschauungsweise der geforderten Farben. Die Beobachtungen, welche Göthe in Betreff der farbigen Schatten mittheilt, sind interessant und richtig, weshalb ich Ihnen Einiges davon wiederzugeben nicht für überflüssig halte.

„Auf einer Harzreise im Winter" — erzählt uns Göthe — „stieg ich gegen Abend vom Brocken herunter, die weiten „Flächen auf und abwärts waren beschneit, die Heide von „Schnee bedeckt, alle zerstreut stehenden Bäume und vorragen-

Digitized by Google

„den Klippen, auch alle Baum- und Felsen-Massen völlig „bereift, die Sonne senkte sich eben gegen die Oderteiche hin„unter. Waren den Tag über, bei dem gelblichen Ton des „Schnees, schon leise violette Schatten bemerklich gewesen, so „mußte man sie nun für hochblau ansprechen, als ein gestei„gertes Gelb von den beleuchteten Theilen wiederschien. Als „aber die Sonne sich endlich ihrem Niedergang näherte, und „ihr durch die stärkeren Dünste höchst gemäßigter Strahl die „ganze mich umgebende Welt mit der schönsten Purpurfarbe „überzog, da verwandelte sich die Schattenfarbe in ein Grün, „das nach seiner Klarheit einem Meergrün, nach seiner Schön„heit einem Smaragdgrün verglichen werden konnte. Die Er„scheinung ward immer lebhafter, man glaubte sich in einer „Feenwelt zu befinden, denn Alles hatte sich in die zwei leb„haften und so schön übereinstimmenden Farben gekleidet, bis „endlich mit dem Sonnenuntergang die Prachterscheinung sich „in eine graue Dämmerung, und nach und nach in eine mond„und sternen-helle Nacht verlor."

„Einer der schönsten Fälle farbiger Schatten" — fährt Göthe fort — „kann bei dem Vollmonde beobachtet werden. „Der Kerzen- und Monden-Schein lassen sich völlig in's Gleich„gewicht bringen. Beide Schatten können gleich stark und deut„lich dargestellt werden, so daß beide Farben sich vollkommen „balanciren. Man setzt die Tafel dem Scheine des Vollmonds „entgegen, das Kerzenlicht ein Wenig an die Seite, in gehö„riger Entfernung; vor die Tafel hält man einen undurchsich„tigen Körper; alsdann entsteht ein doppelter Schatten, und „zwar wird derjenige, den der Mond wirft und das Kerzen„licht bescheint, gewaltig rothgelb, und umgekehrt der, den „das Licht wirft und der Mond bescheint, vom schönsten Blau „gesehen werden. Wo beide Schatten zusammentreffen und sich „zu einem vereinigen, ist er schwarz."

Digitized by Google

Ferner sagt er: „Wenn Taucher sich unter dem Meere „befinden und das Sonnenlicht in ihre Glocke scheint, so ist „alles Beleuchtete, was sie umgibt, purpurfarbig (wovon künf„tig die Ursache anzugeben ist); die Schatten dagegen sehen „grün aus. Ebendasselbe Phänomen, was ich auf einem hohen „Berge gewahr wurde, bemerken sie in der Tiefe des Meeres, „und so ist die Natur mit sich selbst durchaus übereinstim„mend."

Damit Sie, meine Herren, solche und ähnliche Erscheinungen vom optischen Standpunkte aus richtig zu beurtheilen vermögen, dürfen Sie bei denselben die Unterscheidung der objektiven und subjektiven Färbung nicht übersehen. Die Letztere ist da vorhanden, wo das dem farbigen Lichte ausgesetzte Auge darauf weißes Licht empfängt. Die objektive Färbung wird unmittelbar wahrgenommen; so muß ein von mäßiger Beleuchtung herrührender Schatten — also der Morgen- und Abendschatten — blau erscheinen, wenn derselbe vom blauen Himmel beleuchtet ist. Dabei kommt noch die Möglichkeit einer Vergleichung mit Weiß oder anderen Farben sehr in Betracht; denn man spricht eine Fläche z. B. für weiß an, welche sich bei Vergleichung mit reinerem Weiß als bläulich, röthlich oder gelblich erweist, und umgekehrt erscheint eine rothe Fläche durch ein rothes Glas betrachtet endlich weiß, weil die wirklich weiße Fläche unter diesen Umständen roth aussieht. Daraus erklärt sich denn auch „die unglaubliche Leichtigkeit, womit der Schatten eine Farbe annimmt" — wie Göthe sagt.

Diese Leichtigkeit dient aber Göthe zu einer Stütze seiner Theorie der Farben, auf welche wir sogleich eingehen werden. Er sagt: „Die Farbe selbst ist ein Schattiges (σκιερόν); des„wegen Kircher vollkommen Recht hat, sie lumen opacatum „zu nennen; und wie sie mit dem Schatten verwandt ist, so

Digitized by Google

„verbindet sie sich auch gern mit ihm, sie erscheint uns gern „in ihm und durch ihn, sobald nur der Anlaß gegeben ist.“ Und unter der Rubrik: „Scheinbare Mittheilung der Farben“ äußert er sich folgendermaßen: „Man nehme eine jede specifi„zirt farbige Fläche, man stelle sie in die Sonne und lasse den „Widerschein auf andere farblose Gegenstände fallen. Dieser „Widerschein ist eine Art gemäßigten Lichtes, ein Halblicht, „ein Halbschatten, der außer seiner gedämpften Natur die spe„cifische Farbe der Fläche mit abspiegelt. Wirkt er aber auf „Schattenstellen, so zeigt er eine gleichsam magische Verbin„dung mit dem σκιερόν. Der Schatten ist das eigentliche Ele„ment der Farbe, und hier tritt zu demselben eine schattige „Farbe beleuchtend, färbend und belebend. Und so entsteht „eine ebenso mächtige, als angenehme Erscheinung, welche dem „Maler, der sie zu benutzen versteht, die herrlichsten Dienste „leistet.“

Um nun die Göthe'sche Theorie der Farben vollkommen zu verstehen, mögen Sie sich, meine Herren, des so scharf hervorgehobenen Gegensatzes von Licht und Finsterniß erinnern. An jenes reiht sich nach Göthe die gelbe Farbe durch Schwächung der Energie an; an diese die blaue. Fortgesetzte Schwächung der Energie beider Urzustände liefert dort Gelbroth, hier Violett, und somit ist Roth die Farbe, welche die Verbindung herstellt und den Gegensatz aufhebt.

Licht, Finsterniß und ein trübes Mittel sind nach Göthe die Bedingungen der Farbenerzeugung.

Zur Erklärung der physischen dioptrischen Farben sagt er: „Die reine durchscheinende Trübe leitet sich aus dem Durchsich„tigen her.“ — „Die vollendete Trübe ist das Weiße, die „gleichgültigste, hellste, erste undurchsichtige Raumerfüllung. „Das Durchsichtige selbst, empirisch betrachtet, ist schon der „erste Grad des Trüben. Die ferneren Grade des Trüben

Digitized by Google

„bis zum undurchsichtigen Weißen sind unendlich.“ — „Das „höchstenergische Licht, wie das der Sonne, des Phosphors in „Lebensluft verbrennend, ist blendend und farblos. So kommt „auch das Licht der Fixsterne meistens farblos zu uns. Dieses „Licht aber durch ein auch nur wenig trübes Mittel gesehen, „erscheint uns gelb. Nimmt die Trübe eines solchen Mittels „zu, oder wird seine Tiefe vermehrt, so sehen wir das Licht „nach und nach eine gelbrothe Farbe annehmen, die sich „endlich bis zum Rubinrothen steigert. Wird hingegen „durch ein trübes, von einem darauffallenden Lichte erleuch„tetes Mittel die Finsterniß gesehen, so erscheint uns eine „blaue Farbe, welche immer heller und bläßer wird, jemehr „sich die Trübe des Mittels vermehrt, hingegen immer dunkler „und satter sich zeigt, je durchsichtiger das Trübe werden kann, „ja bei dem mindesten Grade der reinsten Trübe als das „schönste Violett dem Auge fühlbar wird.“

Aus diesen übrigens keineswegs durchaus richtigen Sätzen, Resultaten von Beobachtungen, wobei die Luft, Dünste, Rauch, Milchglas u. s. w. als trübe Mittel dienen, baut Göthe sein System auf. Er begründet sie nicht weiter; sie sind ihm das Gegebene, die Urphänomene, und er strebt nunmehr die übrigen Farbenerscheinungen hiermit in Einklang zu bringen.

Zur Erklärung der Farbenzerstreuung durch das Prisma geht er davon aus, daß bei aller Brechung eine Verrückung des Bildes Statt finde, und über die Bedingung der Farbenerscheinung sagt er: „Ein Bild müsse dergestalt verrückt wer„den, daß seine helle Gränze über die dunkle, die dunkle „Gränze aber über die helle, das Bild über seine Begrenzung, „die Begrenzung über das Bild gleichsam hinweggeführt werde.“ Eine solche Verrückung soll nun durch das Prisma vollbracht werden, wobei noch bemerkt wird: „Bei allem diesen lassen „wir niemals aus dem Sinne, daß die Erscheinung nie als

Digitized by Google

„eine fertige, vollendete, sondern immer als eine werdende, zu„nehmende, in manchem Sinne bestimmbare Erscheinung anzu„sehen sei.“

Zur Ableitung des Phänomens erwähnt er der Doppelbilder, welche in Spiegeln an der Vorder- und Rück-Seite entstehen, und erinnert daran, daß bei farbigen Glasplatten das sekundäre Bild die geforderte Farbe des primären hat. Indem er also die Bilder in primäre und sekundäre eingetheilt hat, sagt er weiter: „Drittens kann man die primären Bilder „auch als Hauptbilder ansehen und ihnen die sekundären „als Nebenbilder gleichsam anfügen. Ein solches Nebenbild „ist eine Art von Doppelbild, nur daß es sich vom Haupt„bilde nicht trennen läßt, ob es sich gleich immer von dem„selben zu entfernen strebt. Von solchen ist nun bei den pris„matischen Erscheinungen die Rede. Das unbegränzt durch „Refraktion Gesehene zeigt keine Farbenerscheinung; das Gese„hene muß begränzt sein. Es wird daher ein Bild gefordert; „dieses Bild wird durch Refraktion verrückt, aber nicht voll„kommen, nicht rein, nicht scharf verrückt, sondern unvollkom„men, dergestalt, daß ein Nebenbild entsteht.“ Nachdem er dann der Doppelbilder doppelt brechender Krystalle gedacht hat, fährt er fort: „Es entsteht also, wenn die Refraktion auf „ein Bild wirkt, an dem Hauptbilde ein Nebenbild, und zwar „scheint es, daß das wahre Bild einigermaßen zurückbleibe „und sich dem Vorrücken gleichsam widersetze. Ein Nebenbild „aber in der Richtung, wie das Bild durch Refraktion über „sich selbst und über den Grund hin bewegt wird, eilt vor „und zwar schmäler oder breiter, wie oben schon ausgeführt „worden. Auch haben wir bemerkt, daß Doppelbilder als hal„birte Bilder, als eine Art von durchsichtigem Gespenst erschei„nen, so wie sich die Doppelschatten jedesmal als Halbschatten „zeigen müssen. Diese nehmen die Farbe leicht an und bringen

Digitized by Google

„sie schnell hervor. Jene gleichfalls. Und eben der Fall tritt „auch bei den Nebenbildern ein, welche zwar von dem Haupt„bilde nicht ab, aber auch als halbirte Bilder aus demselben „hervortreten, und daher so schnell, so leicht und energisch ge„färbt erscheinen können."

Als Gründe, warum die prismatische Farbenerscheinung ein solches Nebenbild sei, führt Göthe nun an: erstens entsteht sie genau nach der Form des betrachteten Bildes, zweitens richtet sie sich mit ihrer Intensität nach diesem und hebt sich ihm entsprechend vom Grunde ab. Endlich sagt er: „Und „so lassen sich die Farben bei Gelegenheit der Refraktion aus „der Lehre von den trüben Mitteln gar bequem ableiten. „Denn wo der voreilende Saum des trüben Neben„bildes sich vom Dunkeln über das Helle zieht, er„scheint das Gelbe; umgekehrt, wo eine helle Gränze „über die dunkle Umgebung hinaustritt, erscheint „das Blaue."

Mögen Sie beurtheilen, meine Herren, wie weit diese Auffassung der Farben und der prismatischen Farbenzerstreuung überhaupt geeignet sei, eine klare Vorstellung zu erwecken; mögen Sie beurtheilen, in wie weit diese Behandlungsweise naturwissenschaftlichen Charakter an sich trägt; so viel aber gestatten Sie mir auszusprechen: Aufschluß über das Wesen der Farben und den Prozeß der Farbenentstehung gibt uns Göthe nur sehr unvollkommen, und wenn wir zur Vergleichung die Theorie Newton's heranziehen, so wird die Lehre von den trüben Mitteln vor dieser klaren, folgerichtigen, echt wissenschaftlichen Behandlungsweise keineswegs im Vortheil erscheinen.

Dieses Urtheil wird um so mehr gerechtfertigt werden, je weiter man die Göthe'schen Entwickelungen verfolgt und mit den Ergebnissen der Undulationstheorie vergleicht. Es ist mir

Digitized by Google

nicht verstattet, eine solche Vergleichung, welche sehr viel Zeit in Anspruch nehmen würde, heute vor Ihnen durchzuführen; es wird auch genügen, an einigen wesentlichen Punkten die Unhaltbarkeit der Göthe'schen Ansicht darzulegen.

Zunächst eifert Göthe gegen die Newton'sche Ansicht, die Farben seien Bestandtheile des weißen Lichtes und behauptet, das Zusammenwirken der Farben könne nicht Weiß, sondern nur Grau erzeugen. „Sollen wir sodann noch eine allgemeine „Eigenschaft aussprechen" — sagt er in der Einleitung — „so „sind die Farben durchaus als Halblichter, als Halbschatten „anzusehen, weshalb sie denn auch, wenn sie zusammengemischt „ihre specifischen Eigenschaften wechselseitig aufheben, ein Schat„tiges, ein Graues hervorbringen." Dieser Schluß Göthe's ist vollkommen richtig, aber die Thatsache ist falsch; daraus folgt, daß die Göthe'schen Voraussetzungen unrichtig sind. Daß aber die Thatsache falsch, davon kann man sich auf verschiedene Weise durch den Versuch überzeugen. Schopenhauer, der schon erwähnte Vertheidiger der Göthe'schen Farbenlehre, muß auch hier Göthe Unrecht geben, und er führt mehrere Fälle an, in welchen man durch Mischen der prismatischen oder nur der complementären Farben Weiß erhalte. *) Wie Schopenhauer trotzdem die Göthe'sche Theorie zu vertheidigen sucht, werden wir alsbald sehen.

---

*) Unter diesen Fällen ist ein unrichtiger, was wir nicht verschweigen wollen. Er sagt, das durch Eisen grün gefärbte Glas würde durch Zusatz von Braunstein darum entfärbt, weil dieser an und für sich das Glas roth färbe; die Wirkung des Braunsteins beruht aber auf einer Oxydation des grünfärbenden Eisenoxyduls zu Eisenoxyd, welches zwar gelblich färbt, aber erst in dickeren Schichten bemerkbar. — Statt dieses Beispiels wollen wir daher eines andern gedenken, wo eine chemische Veränderung der gemischten Stoffe nicht eintreten kann; mischt man nämlich die rosenrothe Lösung eines Kobaltsalzes mit der grünen eines Nickelsalzes im passenden Verhältnisse, so entsteht eine farblose Flüssigkeit.

Digitized by Google

Vorerst soll uns Schopenhauer noch einen wichtigen Irrthum Göthe's aufdecken. Ein beleuchtetes trübes Mittel vor einem dunklen Hintergrunde erscheint nach Göthe blau; darum sehen wir den Himmel und die fernen Berge in dieser Farbe. Wird aber das trübe Mittel dünner, durchsichtiger, so zeigt sich Violett. Demnach müßte der Himmel auf hohen Bergen violett aussehen; aber wir wissen, er erscheint schwarz. Fragen wir nun, wo hat denn Göthe jemals die violette Farbe bei einem trüben Mittel vor einem dunklen Grunde wahrgenommen? Die Antwort lautet: Nirgends. Seine Idee vom Gegensatz des Hellen und Finstern, welcher durch die Farben ausgeglichen werde, veranlaßt ihn, dort Gelb und Orange, hier Blau und Violett anzureihen, damit sich die beiden Enden des gemeinsamen Roth willen brüderlichst die Hand reichen können. Er hält dabei Violett für heller als Blau, wenn nämlich beide den höchsten Grad der Intensität erreicht haben oder doch sonst auf gleicher Stufe der Intensität stehen. Schopenhauer kann diesen Fehler der Göthe'schen Lehre nicht verbergen; er muß die schöne Symmetrie in dem Göthe'schen Dualismus zerstören und das Violett vom Blau abtrennen; um jedoch das σκιερόν zu retten, muß er den entstandenen Riß mit einer Flicke bedecken, deren Unhaltbarkeit sich alsbald offenbart.

Aber wir müssen Göthe noch in seinen Lehren einen Augenblick weiter folgen, um zu erfahren, auf welche Absurditäten seine Theorie führt. Zugegeben, die dioptrischen Farben entstünden auf die angegebene Weise; wie wird es sich nun aber mit den an den Körpern haftenden Farben verhalten? Wie steht es mit den Pigmenten, den chemischen Farben? Wir wollen sehen.

Zur Einleitung weist Göthe auf das Anlaufen des Stahls hin und versucht eine Erklärung aus der Lehre von den trüben

Digitized by Google

Mitteln. „Polirter Stahl" — sagt er — „wirft mächtig das „Licht zurück. Man denke sich das durch die Hitze bewirkte „Anlaufen als eine gelinde Trübe; sogleich müßte daher ein „Hellgelb erscheinen, welches bei zunehmender Trübe immer „verdichteter, gedrängter und röther, ja zuletzt purpur- und „rubin-roth erscheinen muß. Wäre nun zuletzt diese Farbe „auf den höchsten Punkt des Dunkelwerdens gesteigert und „man dächte sich die immer fortwaltende Trübe: so würde „diese nunmehr sich über ein Finsteres verbreiten und zuerst „ein Violett, dann ein Dunkelblau und endlich ein Hellblau „hervorbringen, und so die Reihe der Erscheinungen beschlie- „ßen." — Weiter erwähnt Göthe des chemischen Gegen- satzes von Säure und Alkali und bringt damit die Farben auf die Weise in Verbindung, daß er sagt: „Das Gelb und „das Gelbrothe widmet sich den Säuren, das Blau und „Blaurothe den Alkalien" — weil sich nämlich das Posi- tive an das Negative auch in dieser Weise anschließen soll.

Nun kommt die Ableitung des Weißen. Dies ist die vollendete reine Trübe, die sich zunächst an das Durchsichtige anschließt. Schnee erscheint weiß, weil die Durchsichtigkeit der einzelnen Theile noch kein durchsichtiges Ganzes macht. So bei den Erden.

Die Ableitung des Schwarzen durch Halbverbrennung (Kohle), Halboxydation und schwache Säuerung (Eisen), ge- linde saure Gährung, Absäuerung und Rücksäuerung ist dem gegenwärtigen Standpunkte der Chemie ebenso fremd gewor- den, als sie zum physikalischen Verständniß unzureichend ist. Die Erklärung der schwarzen Farbe der Tinte (welche gerb- saures Eisenoxyd ist) aus der Entsäurung des in der starken Schwefelsäure aufgelösten Eisens durch Gallusaufguß (haupt- sächlich Gerbsäure enthaltend) kann dem jetzigen Chemiker nur ein Lächeln entlocken.

Digitized by Google

Nun zu den Farben. „Auch hier können wir sagen, ein „Weißes, das sich verdunkelt, das sich trübt, wird gelb; das „Schwarze, das sich erhellt, wird blau.“ Es gränzt an das Naive, wenn hier das Vergilben von Papier und Leinwand und auf der andern Seite die violette Farbe sehr verdünnter Tinte als Beleg herangezogen wird. Aber es ist rein abgeschmackt, den Oberflächen farbiger Körper einen hellen oder dunklen Hintergrund und ein darüber gelagertes Trübes zuzuschreiben, um so deren Farben zu erklären. Ich frage Sie, meine Herren, was erscheint vernünftiger: mit Newton zu sagen, die rothe Oberfläche erscheint roth, weil sie von dem auffallenden weißen Lichte nur die rothen Strahlen zurückwirft — oder mit Göthe zu behaupten, es sei hier ein Licht im Hintergrunde vorhanden, welches durch ein trübes Mittel hindurchwirke? — Göthe macht auf die Schönheit der Folien (polirtes Zinn mit einer durchsichtigen Lackfarbe überzogen) aufmerksam, indem er hierin einen Beweis der Richtigkeit seiner Behauptung erblickt. Man beleuchte also eine solche rein rothe oder blaue Folie im finstern Zimmer mit einer gesalzenen Weingeistflamme. Hier sind alle Bedingungen vorhanden, welche bei Beleuchtung mit Tageslicht existirten, Hintergrund und trübes Mittel sind unverändert geblieben, nur ist die Beleuchtung jetzt eine gelbe. Was geschieht? Beide Folien erscheinen vollkommen schwarz — womit die Newton'sche Lehre gerechtfertigt ist.

Doch wir haben bereits eine hinlängliche Einsicht in das Wesen der Göthe'schen Farbenlehre gewonnen und wollen nunmehr hören, wie Schopenhauer, der sich an dem Göthe'schen Schattenspiel kindlich erfreut, sich in seiner Abhandlung „über das Sehen“ darüber äußert.

Er sagt: „Es ist unbezweifelte Lehre der Physiologie, „daß Sensibilität nie reine Passivität sei, sondern Reaktion

Digitized by Google

„auf empfangenen Reiz. Die dem Auge eigenthümliche Reak„tion auf äußern Reiz nenne ich seine Thätigkeit. Das„jenige, was durch sich selbst, unmittelbar und ursprünglich, „diese Thätigkeit anreizt, ist das Licht.“ — Nun setzt er auseinander, daß die Thätigkeit des Auges theilbar sei und zwar zunächst quantitativ. Hier ist wieder erstens eine intensive Theilbarkeit möglich, woraus Licht und Weiß, Halbschatten und Grau, Finsterniß und Schwarz sich ableiten. Zweitens aber kann die Theilbarkeit extensiv sein, was daraus hervorgeht, daß verschiedene Theile des Auges gleichzeitig in verschiedener Thätigkeit sein können.

Nun kommt er zur qualitativen Theilbarkeit der Thätigkeit des Auges. Diese ist ihm das Wesen der Farbe. Er sagt, daß Weiß die volle Thätigkeit des Auges in Anspruch nimmt, Schwarz Unthätigkeit desselben ist. Nun sagt er weiter, daß Gelb dem Weißen zunächst die Thätigkeit des Auges in Anspruch nehme, indem auf der Stufe größter Helligkeit unter allen Farben Gelb die hellste sei, aber doch dem Weiß nachstehe; die geforderte Farbe Violett aber sei die dunkelste und erfordere deshalb die geringste Thätigkeit des Auges. Da nun eine Farbe die andere fordere, so müßten sie die beiden Theile sein, in welche die volle Thätigkeit des Auges zerfallen sei, und die in diesem Falle ungleich seien. Da also Gelb und Violett, gleichzeitig vorhanden, das Auge in volle Thätigkeit versetzen, so liefern sie zusammen Weiß, und in diesem Punkte wendet sich Schopenhauer, wie schon erwähnt, wiederum von Göthe zu Newton. Dabei wird ihm ganz mathematisch zu Muthe und er fängt an zu rechnen. Gelb — sagt er — ist $^3/_4$ Augenthätigkeit, Violett $^1/_4$ Augenthätigkeit; Summa: 1 Augenthätigkeit.

Nun kommt er zu Orange und Blau, welche sich in die volle Augenthätigkeit zu theilen haben. Orange ist dunkler

Digitized by Google

als Gelb, aber heller als Roth; Blau ist — und hier widerspricht er Göthe — heller als Violett. Orange erhält darum den Werth $^2/_3$, Blau das ergänzende $^1/_3$.

Endlich findet er, daß Roth und Grün gleich hell sind und gibt jedem den Werth $^1/_2$.

Sie werden, meine Herren, diese Rechnung immerhin etwas komisch finden; aber noch komischer würde sich die Sache gestalten, wenn wir weiter rechnen wollten:

Gelb $^3/_4$	Gelb $^3/_4$	Roth $^1/_2$
Roth $^1/_2$	Blau $^1/_3$	Blau $^1/_3$
Orange $^5/_4$	Grün $^{13}/_{12}$	Violett $^5/_6$.

Mit diesen Resultaten ist Nichts anzufangen. Aber wir erreichen auch Nichts, wenn wir das arithmetische Mittel nehmen, von der Anschauungsweise ausgehend, die Mischfarbe liege zwischen den betreffenden einfachen mitten inne. Dann käme für Orange $^5/_8$, für Grün $^{13}/_{24}$, für Violett $^5/_{12}$, was wiederum nicht zu den Schopenhauer'schen Zahlen passen will.

Schopenhauer erwähnt auch den letzten Punkt und sucht sich aus dieser Verlegenheit mit der Ausrede zu helfen: „Es ist hier wie in der Chemie; aus den Bestandtheilen läßt sich die Qualität der Zusammensetzung nicht vorhersagen."

Einen ähnlichen Vergleich gebraucht er wiederum, als er inne wird, daß er, während von qualitativer Theilung die Rede ist, doch eigentlich nur quantitativ getheilt hat, wie die aufgestellten Zahlenverhältnisse beweisen. Er sagt darum: „Jede qualitative Theilung nämlich ist zugleich in einer unter„geordneten Hinsicht eine quantitative. So ist jede chemische „Scheidung eine qualitative Theilung der Materie, im Gegen„satz der blos quantitativen, mechanischen Theilung; nothwen„dig ist aber auch jene zugleich immer noch eine quantitative, „ein Theilen der Masse als Masse, eben wie die mecha-

Digitized by Google

„nische.“ Mit Analogien der Art wird nur leider Nichts bewiesen.

Endlich erklärt Schopenhauer den Grad der Lebhaftigkeit, also die Intensität der Farbe aus dem Umstande, ob die ganze Thätigkeit des Auges getheilt, oder ob ein ungetheilter Rest zurückgeblieben sei, welcher den Eindruck abschwächen könne. Gewiß eine wunderliche Idee!

Ob überhaupt diese qualitative Theilung der Augenthätigkeit, wie sie uns Schopenhauer darlegt, wirklich zu einem exakten Begriffe erhoben werden könne, das wollen wir dahin gestellt sein lassen. Wir wollen vielmehr anerkennen, daß er außer den erwähnten zwei Punkten auch noch durch die Bestreitung der Polarität der Farben Gelb und Blau mit Recht von Göthe abweicht.

Schopenhauer vertheidigt angelegentlichst die schattige Natur der Farbe. Schatten ist ihm ein quantitativer Theil der Augenthätigkeit, die Farbe aber ein qualitativer und zugleich quantitativer Theil; also ist die Farbe eine Art Schatten.

Aber wir wollen nunmehr sehen, wie Schopenhauer die Göthe'sche Herleitung des Violetten verbessert. Er sagt: „Wir werden bei genauerem Aufmerken finden, daß das Vio„lett dann entsteht, wenn das Vorne beleuchtete Trübe wie„derum ein einigermaßen Beleuchtetes, oder das durch das „Trübe eindringende Licht hinter sich hat, statt des völlig „Finstern, wo immer nur Blau entsteht. So sehn wir den „Nebel, durch welchen die Sonne auf Berge scheint, blaß „Violett; was auch Landschaftsmaler oft darstellen. Ferner „wenn man, mit dem Fenster zugekehrten Rücken, gegen ein „vor sich gestelltes offnes Buch Tabacksrauch bläst, so erscheint „auch dieser schwach lilla.“ — „Sind der hintern schwarzen „Fläche Lichtpunkte eingemischt, so wird die Erscheinung ein „Kompositum von Blau und Roth, also Violett sein müssen.“ —

Digitized by Google

„Daß vor dem nämlichen dunklen Grunde ein dichteres Trü-
„bes Blau, ein dünneres (und auch der dünnste Theil des
„prismatischen Nebenbildes) aber Violett zeigt, muß daraus
„erklärt werden, daß jener dunkle Grund doch einiges Licht
„zurückwirft, welches, eben weil es schwach ist, nur durch das
„dünnere Trübe dringt, nicht durch das dichtere, welches
„ebendeswegen Blau gibt."

Die Beobachtungen, welche hier angeführt werden, sind nichtssagend. Die rationelle Begründung aber wird sich sogleich widerlegen lassen. Wenn das Schopenhauer'sche Raisonnement richtig wäre, so müßte unter gleichen Umständen ein heller Hintergrund, welcher durch die Trübe gelb erschiene, sobald ihm dunkle Punkte beigemischt wären, eine Mischung von Dunkelblau mit Gelb, also ein Dunkelgrün zeigen; der Mond müßte also, sobald er sich bei Tage zeigt, grünlich aussehen. Würde nun durch die Vermehrung der Dünste in der Atmosphäre die Trübe gesteigert, so würde das Gelb in Gelbroth, das Dunkelblau in lichteres Blau übergehen und die Fläche erschiene weiß. Endlich bei fortgesetzter Trübung könnte die Fläche blaßviolett werden. Das wird aber schwerlich durch Beobachtungen bestätigt werden können. — Oder man tauche einen polirten schwarzen Stab in Seifenwasser und beobachte, welche Farbe er zeigt, während das helle Tageslicht oder auch der Sonnenschein darauf fällt. Er sieht blau aus und zeigt keine Spur von Violett, während doch Niemand läugnen kann, daß er einen einigermaßen beleuchteten Hintergrund bilde. — Endlich aber widerlegt sich Schopenhauer selbst, indem er nachweist, daß ein und dieselbe Trübe, je nachdem sie von vorn oder von hinten beleuchtet werde, in Farben erscheine, die zueinander complementär seien. Machen wir die Anwendung davon auf die schwarze Fläche mit eingemischten Lichtpunkten im Hintergrunde, vor welcher

Digitized by Google

eine beleuchtete Trübe befindlich ist. In dem Falle, wo die Beleuchtung von vorn und hinten auf diese Weise gleich ist, sehen wir die complementären Farben vereint, also Weiß. Ist nun vorn ein Ueberschuß von Licht vorhanden, so würde dieser an sich Blau sehen lassen; wir bemerken mithin Hellblau. Ist aber der Ueberschuß hinten, so bringt dieser die Empfindung von Gelb, Orange oder Roth hervor; also sehen wir eine dieser Farben durch Weiß abgeblaßt. Wo bleibt also das Violett?

Schopenhauer schließt seine Abhandlung mit einer Thronerhebung der Göthe'schen Farbenlehre. Nachdem er zunächst über die ungünstige Aufnahme derselben geklagt hat, fährt er fort: „Von diesem Schicksal nun spricht einen Grund schon „Horaz aus:

turpe putant quae
imberbi didicere, senes perdenda fateri

„Dasselbe ist ferner, wie die Geschichte aller Wissenschaften be„zeugt, jeder bedeutenden Entdeckung, so lange sie neu war, „zu Theil geworden, und es ist endlich etwas, darüber sich „die Wenigen nicht wundern werden, welchen die Einsicht ge„worden ist, daß das Treffliche selten gefunden, seltner ge„schätzt wird, und daß das Absurde eigentlich die Welt erfüllt. „Aber der Nachkomme, der eine Nachkomme aus Millionen, „welcher sich der Kraft bewußt sein wird, in Kunst oder Wis„senschaft etwas Eigenthümliches, Neues, Außerordentliches „hervorzubringen, und der daher in der Kunst wahrscheinlich „mit irgend einer alten Weise, in der Wissenschaft aber gewiß „mit einem alten Wahn in Opposition tritt, möge dereinst „doch dieser, bevor er sein Werk den Zeitgenossen hingibt, sich „mit der Geschichte der Farbenlehre Göthe's bekannt machen; „er lerne aus den optics, die dann nur noch als Material

Digitized by Google

„der Literargeschichte in den Bibliotheken ruhen werden, das „alsdann schon längst in keinem Kopfe mehr spukende New„ton'sche Gespenst kennen: er lese darauf Göthe's Farbenlehre „selbst, deren Hauptinhalt kurz und bündig ihm schon auf der „Schule eingeprägt sein wird: endlich auch lese er von den „Dokumenten der Aufnahme des Göthe'schen Werks so viel, „als die Würmer übrig gelassen haben werden und sein Gleich„muth erträgt: er vergleiche nunmehr den handgreiflichen Trug, „die taschenspielerischen Versuche der Newtonischen optics, mit „den so einfachen, so leicht faßlichen, so unverkennbaren Wahr„heiten, die Göthe vortrug: er bedenke endlich, daß Göthe mit „seinem Werk zu einer Zeit auftrat, wo der wohlverdiente „Lorbeer sein ehrwürdiges Haupt kränzte und er, wenigstens „bei den Edelsten seiner Zeit, einen Ruhm, eine Verehrung „erlangt hatte, die seinem Verdienst und seiner Geistesgröße „doch einigermaßen entsprochen, wo er also der allgemeinen „Aufmerksamkeit gewiß war: — und dann sehe er, wie wenig, „wie so gar Nichts Alles dieses vermochte gegen jene Sinnes„art, die nun einmal dem Menschengeschlecht im Allgemeinen „eigen ist."

Wir glauben nicht, daß die Schopenhauer'sche philosophische Behandlung unseres Gegenstandes sammt deren Ergebnissen irgend welches Licht zur Aufklärung des Wesens der Farben geben kann, es sei denn mittelbar dadurch, daß er das Göthe'sche Lehrgebäude bewußt und unbewußt weidlich untergraben und erschüttern hilft.

Wir wollen hier nicht noch die Göthe'sche Polemik gegen Newton heranziehen; sie ist in der That unerquicklich; wir wollen vielmehr gerne anerkennen, daß Göthe mit vieler Wärme und großem Eifer sich um die Aufklärung der Entstehung der Farben bemüht. Indem wir aber auf alles bisher Gesagte einen Rückblick werfen, können wir kein anderes

Digitized by Google

Urtheil fällen, als daß Newton gegen Göthe im Recht sei. Ersterer steht allein auf dem Standpunkte des ächten Naturforschers, der den sicheren Weg zur Annäherung an die Wahrheit darin erblickt, die Gründe der Erscheinungen, so lange es möglich, in den Erscheinungen selber zu suchen und nicht so bald zur Subjektivität überzugehen, wo das Reich der Träume seinen Anfang nimmt. Wenn Göthe das prismatische Spektrum das Gespenst Newton's nennt: schwebt ihm nicht vielmehr ein Gespenst in seinem σκιερόν vor den Augen?

Die Undulationstheorie hat sich indessen geltend gemacht, die Intensität des Lichtes wird aus der Weite, die Verschiedenheit der Farbe aus der verschiedenen Geschwindigkeit der Schwingungen der Lichtäthertheilchen erklärt, man zählt diese Schwinguugen und mißt die Wellenlängen, man findet in der Interferenz und Polarisation des Lichtes neue Wege der Entstehung von Farben; man macht endlich das im Spektrum noch jenseits des violetten Endes befindliche unsichtbare Licht durch Photographiren des Spektrums und durch fluorescirende Mittel sichtbar und — legt Göthe's Farbenlehre bei Seite. *)

---

*) Göthe hat von manchen Erscheinungen, welche sich auf das Vollkommenste durch die Undulationstheorie, aber auch nur durch diese, begründen lassen, eine Erklärung versucht; so von den Farben der Höfe, den durch Spalten und Gitter hervorgebrachten Farbenerscheinungen; aber es genügt eine aufmerksame Vergleichung, um sowohl die Mangelhaftigkeit der Göthe'schen Erklärungsweise, als auch die Vollberechtigung der Undulationstheorie einzusehen. Den mit der Sache weniger bekannten Leser muß ich hier freilich auf ein gutes Lehrbuch verweisen, da es nicht wohl möglich ist, das reichhaltige angedeutete Kapitel der Optik in einigen Zeilen verständlich zusammenzufassen. Es werde also hier nur die Fluorescenz erwähnt. Es gehört diese Erscheinung noch zu den zu lösenden Aufgaben der Wissenschaft, aber die beobachteten Thatsachen sind der Art, daß sie die Göthe'sche Hypothese geradezu in's Angesicht schlagen. Eine Lösung von schwefelsaurem Chinin oder eine Aesculinlösung (oder nur ein Aufguß von Wasser auf Kastanienrinde) sind farblos, schillern aber bläulich. Läßt man nun in dieselben ver-

Digitized by Google

Dabei möchte denn noch Manchem Göthe's eigener Ausspruch erinnerlich werden:

Verständ'ge Leute kannst du irren sehn,
In Sachen nämlich, die sie nicht verstehn.

Wollten Sie aber, meine Herren, hieraus den weiteren Schluß ziehen, daß die Göthe'sche Farbenlehre ihr bisheriges Schicksal in dem Maße verdient habe, daß sich an ihr zuletzt erfüllen müßte, was Schopenhauer der Newton'schen Optik prophezeiht hat, so würde dieser Schluß sehr wenig nach meinem Sinne sein. Im Gegentheil, ich beklage, daß die Göthe'sche Farbenlehre so vielfach ungelesen bleibt, und das nicht blos wegen des historischen Theils, welcher eine höchst vortreffliche Darstellung der Geschichte der Farben enthält, sondern gerade wegen des ersteren, das System der Farbenlehre enthaltenden.

Zuvörderst muß ich der großen Menge schätzenswerther Beobachtungen und Versuche gedenken, welche darin mitgetheilt sind, und zwar in einer ansprechenden, das Nachdenken fruchtmittelst eines Brennglases einen Kegel intensiven Sonnenlichtes fallen, so erscheint dieser hellblau gefärbt. In der grünen Lösung von Blattgrün (grüne Blätter mit Alkohol oder Aether übergossen) erscheint dieser Lichtkegel roth; in einem Würfel aus gelbem, grünschillernbem Annaglase (Uranglase) erscheint er hellgrün. Aber noch mehr: Färbt man den Lichtkegel durch gelbe, orangenfarbene oder rothe Gläser, so hört die Erscheinung gänzlich auf, nicht aber, wenn blaue oder violette Gläser angewandt werden, in welchem letzteren Falle der Kegel in seiner ursprünglichen Farbe bestehen bleibt. Fängt man nun auf einer Tafel von Annaglas oder auf einem weißen Schirme, auf welchen ein mit Chininlösung (oder einer andern fluorescirenden Flüssigkeit) getränkter Papierstreifen befestigt ist, das prismatische Spektrum auf, so beobachtet man eine Verlängerung desselben über die violette Grenze hinaus mit einer Anzahl neuer Frauenhofer'scher Linien; dabei zeigt sich aber die besondere Erscheinung, daß auf der fluorescirenden Fläche das Blau und Violett des Spektrums wie von zerstreutem Tageslichte verdeckt ist. Man erkennt daraus, daß es Licht von schnelleren Schwingungen gibt, als das im Spektrum als Farbe sichtbare, und daß fluorescirende Mittel durch Verlangsamung der Schwingungen sichtbares Licht daraus erzeugen.

Digitized by Google

bar erweckenden Weise. Die Beobachtungen über das Abklingen der Farben, über die farbigen Schatten, über die unvollkommene Achromasie des menschlichen Auges u. a. m. verpflichten uns zu dankbarer Anerkennung. Was der Titel des Göthe'schen Werkes verspricht, das finden wir geliefert: Data zur Farbenlehre. Aber wir finden auch mehr vor, als ein bloßes Aggregat von Erfahrungen; es fehlt nicht das geistige Band, wenn gleich eine eigentliche Theorie nicht gegeben ist. Wir finden eine systematische Darstellung der Thatsachen mit beständigen Fingerzeigen zur theoretischen Begründung. Göthe's Abneigung gegen die Theorie, wie sie sich in den Worten äußert:

Grau, theurer Freund, ist alle Theorie,
Und grün des Lebens goldner Baum —

werden wir gerne Rechnung tragen. Wir verkennen auch nicht, welche Wahrheit in Göthe's Aeußerung liegt: „Es gibt eine zarte Empirie, die sich mit dem Gegenstande innigst identisch macht und dadurch zur eigentlichen Theorie wird." — „Das Höchste wäre zu begreifen, daß alles Faktische schon Theorie ist." Wir wissen die Göthe'sche Weisung zu schätzen:

Müsset im Naturbetrachten
Immer Eins wie Alles achten!
Nichts ist drinnen, Nichts ist draußen;
Denn was innen ist, ist außen.
So ergreifet ohne Säumniß
Heilig öffentlich Geheimniß.

Hören wir nunmehr auch ein Urtheil Dove's über die Göthe'sche Farbenlehre. Er sagt: „Wenn man Eckermann's „Gespräche mit Göthe liest, so fühlt man, daß in Göthe's „Persönlichkeit etwas so Imponirendes und Hohes gelegen „habe, daß ihm gegenüber jeder Widerspruch verstummte. Auch „aus der Ferne hat er auf Viele so gewirkt. Diese vergessen, „daß die Natur immer Recht hat, wir ihr gegenüber uns aber

Digitized by Google

„häufig irren, bald dieſer, bald jener. Und kann man es „ihnen verargen, daß ſie ſich gefangen geben in den Zauber „der Darſtellung, wie er in der Farbenlehre herrſcht? Gibt „es irgendwo anders einen Styl von ſo durchſichtiger Klarheit „und ſo leidenſchaftlicher Wärme, durchdringen ſich wol an„derswo ſo innig wie hier jene ſcheinbar heterogenen Elemente „der Sprache, die im Werther und den Wahlverwandtſchaften „als gleich vollendete Extreme auseinander fallen?“

Aber es iſt noch mehr, als der Werth der mitgetheilten Erfahrungen und die Vortrefflichkeit der Darſtellung, was unſere Aufmerkſamkeit auf die Göthe'ſche Farbenlehre hinlenken ſollte. Hätte Göthe die Newton'ſche Theorie richtig verſtanden, als er ſeine prismatiſchen Verſuche begann, ſo wäre er ſchwerlich dem Irrlichte σκιερόν nachgegangen. Auf dieſer einmal gewonnenen Idee baut er aber mit Scharfſinn und Sachkenntniß ſein Syſtem auf. Aber ſelbſt ſein Irrthum iſt von einer ſo intereſſanten Natur, daß man Unrecht thut, ihn keiner anderen Beachtung zu würdigen, als achſelzuckend oder gar ſpottend über ihn hinwegzuſchreiten. Göthe iſt wahrlich bedeutend genug, daß ſeine geiſtigen Regungen an ſich Intereſſe haben müſſen; die Farbenlehre aber iſt für ihn ſo charakteriſtiſch, daß man behaupten darf, wer ſie nicht geleſen hat, kennt Göthe nicht vollkommen. Der Dichter iſt hier als Naturforſcher immer doch der ächte Dichter. Seine Naturanſchauung iſt eine poetiſche, ſein Standpunkt unvermerkt ein äſthetiſcher. Sein σκιερόν iſt der unvermittelte Eindruck der Farbe auf das Gemüth des Dichters; es iſt etwas Myſtiſches in dieſem σκιερόν. Wir finden das σκιερόν im Mephiſtopheles perſonifizirt, wenn er auf die Frage: Wer biſt du? antwortet:

Ein Theil von jener Kraft,
Die ſtets das Böſe will und ſtets das Gute ſchafft.

. . . .

Digitized by Google

Ich bin der Geist, der stets verneint.

. . . .

Ich bin ein Theil des Theils, der Anfangs Alles war,
Ein Theil der Finsterniß, die sich das Licht gebar,
Das stolze Licht, das nun der Mutter Nacht
Den alten Rang, den Raum ihr streitig macht;
Und doch gelingt's ihm nicht, da es, soviel es strebt,
Verhaftet an den Körpern klebt.
Von Körpern strömt's, die Körper macht es schön,
Ein Körper hemmt's auf seinem Gange,
So, hoff' ich, dauert es nicht lange
Und mit den Körpern wird's zu Grunde gehn.

Es wird nicht unpassend sein, hier noch der folgenden Ausspräche Göthe's zu gedenken:

Will Licht einem Körper sich vermählen,
Es wird den ganz durchsicht'gen wählen.

Du aber halte dich mit Liebe
An das Durchscheinende, das Trübe.

Denn steht das Trübste vor der Sonne,
Du siehst die herrlichste Purpurwonne.

Ferner:

Wär nicht das Auge sonnenhaft,
Wie könnten wir das Licht erblicken?
Lebt nicht in uns des eignen Gottes Kraft,
Wie könnt' uns Göttliches entzücken?

Nachdem wir also auf das poetische Interesse der Göthe-schen Farbenlehre hingewiesen worden sind, mögen wir von derselben einen freundlichen Abschied nehmen. Gestatten Sie mir, mit den Versen Schillers zu schließen, welche Göthe dem letzten Abschnitte seines Werkes vorgesetzt hat:

Wir stammen unser sechs Geschwister
Von einem wundersamen Paar,
Die Mutter ewig ernst und düster,
Der Vater fröhlich immerdar.
Von Beiden erbten wir die Tugend,
Von ihr die Milde, von ihm den Glanz;
So drehn wir uns in ewiger Jugend
Um dich herum im Zirkeltanz.

Digitized by Google

Gern meiden wir die schwarzen Höhlen
Und lieben uns den heitern Tag,
Wir sind es, die die Welt beseelen
Mit unsres Lebens Zauberschlag.
Wir sind des Frühlings lustge Boten
Und führen seinen muntern Reihn;
Drum fliehen wir das Haus der Todten,
Denn um uns her muß Leben sein.
Uns mag kein Glücklicher entbehren,
Wir sind dabei, wo man sich freut,
Und läßt der Kaiser sich verehren,
Wir leihen ihm die Herrlichkeit.

Digitized by Google

Anhang.

Die Bemühungen Grävell's zur Rechtfertigung Göthe's.

Wenn Jemand in unserer Zeit den Versuch macht, Göthe's Ansichten über die Farben zur Geltung zu bringen, so haben wir dagegen Nichts einzuwenden. Es ist keine Schande, sich von der Göthe'schen Anschauungsweise gefangen nehmen zu lassen; es ist keine unnütze Arbeit, Göthe's Farbenlehre mit der Optik, wie sie gegenwärtig wissenschaftlich ausgebildet ist, zu vergleichen; es ist immerhin erlaubt und ersprießlich, aller Autoritäten ungeachtet zu zweifeln: der Streit der Meinungen wird die Erkenntniß der Wahrheit unmittelbar oder mittelbar fördern. Aber es versteht sich von selbst, daß ritterlich und mit den Waffen der Vernunft gestritten werden müsse, und daß Derjenige, welcher sich in den Streit begibt, ein unbefangenes Urtheil und vor allen Dingen gründliche Kenntniß der streitigen Sache mitbringe. Wer da meint, mit Trompetengeschmetter, Hohnreden und Viktoriageschrei die ehrenfesten Kämpen der Wissenschaft überrumpeln zu können, der wird seinen Irrthum alsbald gewahren, wenn er mit Schimpf und Schande abzuziehen sich genöthigt sieht.

Digitized by Google

Mit Interesse hat der Verfasser ein Büchlein in die Hand genommen, das den Titel trägt: „Göthe im Recht gegen Newton. Von F. Grävell. Berlin 1857.“ Mit Aufmerksamkeit hat er es gelesen, in der Erwartung, die Thesis des Titels, wenn nicht bewahrheitet, doch wenigstens mit vernünftigen Gründen und vielleicht neuen interessanten Beobachtungen gestützt zu sehen. Aber gänzlich enttäuscht hat er es aus der Hand gelegt. Auf 191 Seiten fand er neben beständigen Schimpf- und Spottreden gegen Newton und die Bekenner der heutigen Optik nur Mißverständniß, falsches Urtheil und Unwissenheit. Es kann Niemand zugemuthet werden, seine Zeit mit Lesen dieses Grävell'schen Buches hinzubringen; wer es aber aus lebendigem Interesse an der Sache dennoch unternimmt, der wird erstaunen über die Dreistigkeit, mit welcher hier der ganzen Welt der Physiker gegenüber abgeurtheilt wird.

Es kann unmöglich meine Absicht sein, hier eine specielle und vollständige Kritik des Grävell'schen Buches zu liefern; Seite für Seite würde zu Bemerkungen Anlaß geben. Es ist das auch gar nicht nöthig; es wird genug sein, die Hauptpunkte ihrer prahlerischen Bedeckung zu berauben, um sogleich das ganze Werk in seiner Blöße überschauen zu können.

Fragen wir zunächst, wie Grävell dazu komme, Newton behaupten zu lassen: „Daß durch den Einfluß der Spiege„lung das farblose Gesammtbündel der sieben farbigen Lichter „nunmehr in seine einzelnen Strahlen, gleich den Sprossen „eines Rades, auseinanderweiche“ *) — so bemerken wir, daß er Newton gänzlich mißverstanden hat, oder vielmehr, daß er Göthe mißverstanden hat, welcher gerade diesen Punkt nur im Vorbeigehen berührt und auf Newton selbst hinweist, welchen

*) Grävell's Göthe im Recht S. 14. Vergl. S. 87, 110 u. s. w.

Digitized by Google

Grävell nicht gelesen hat. Ein Beispiel der Leichtfertigkeit, mit welcher er urtheilt; denn es ist Newton nie eingefallen, die erwähnte Behauptung aufzustellen.

Im Vorbeigehen möge man bei dieser Gelegenheit die folgende Stelle bemerken: „Wir müßten überhaupt, da wir überall „von brechenden und spiegelnden Substanzen umringt sind, „wenn die Newton'sche Theorie richtig wäre, so ziemlich Alles „in Regenbogenfarben erblicken. So außerordentlich freigebig „ist denn aber doch die Natur, wie Jeder mit gesunden Au„gen sehen kann, mit diesen Farben nicht umgegangen." *) Mit dieser Art schülerhafter Naturbetrachtung darf man sich nicht unterstehen, den großen Newton anklässen zu wollen. Ebenso wenig wird sich Jemand, der nur so Viel von der Naturwissenschaft versteht, daß ihm die Existenz der Infusorien bekannt ist, von einer solchen Phrase übertölpeln lassen, wie die folgende ist: „Darin sollte also die großartige Weis„heit der Natur bestehen, daß sie die Farben geschaffen hätte, „hauptsächlich um sie zu verbergen!" **) Will aber Herr Grävell die Weisheit der Natur bewundern, so erkenne er sie gerade darin, daß die prismatischen Farben sich zu Weiß ergänzen können, wodurch verhütet wird, daß wir Alles in Regenbogenfarben erblicken.

Aus dem voranstehenden Vortrage wird der Leser, wenn er nicht schon sonst mit der Newton'schen Farbenlehre bekannt war, hinlängliche Belehrung gewonnen haben, um einsehen zu können, wie es um folgenden „sicheren Beweis" stehe: „Man „kann" — sagt Grävell — „ganz nach Belieben Spektra mit „und ohne dazwischen liegendes Weiß bilden, je nachdem man „durch die Form der Projektion die farbigen Säume von ein-

*) Grävell's Göthe im Recht S. 27.
**) Ebend. S. 87.

Digitized by Google

„ander fern hält, oder sie zusammentreten läßt. Nur dann, „wenn man den gelben und blauen Saum einander so weit „nähert, daß sie theilweise übereinander fallen, erscheint das „Grün, ein sicherer Beweis, daß dasselbe nicht, wie New„ton lehrte, als ein uranfänglicher Lichtstrahl vermöge seiner „besondern Brechungsart aus dem Prisma hervorschießt, son„dern daß dasselbe erst aus der Vermischung des gelben und „blauen Farbensaumes hervorgeht.*) Solche Art Beweise hat dereinst der Pfaffen Bornirtheit und Niederträchtigkeit gegen die Bewegung der Erde vorgebracht. Man sieht es ja, die Sonne bewegt sich — so ruft auch wol noch heute die Unwissenheit und schüttelt den Kopf zu der Erklärung, warum man es so sehe.

Die weiße Mitte eines Spektrums ist nach der Newtonschen Theorie als entstanden aus der Zusammenwirkung der prismatischen Farben anzusehen. Es gibt keine Erscheinung, welche gegen diese Behauptung stritte. Wie leichtfertig Grävell aber in der Bevorzugung der Göthe'schen Behauptungen vor denen Newton's zu Werke geht, mag uns das folgende Beispiel lehren. Er sagt: „Ebenso wird man den von Göthe her„vorgehobenen Einfluß der das Licht beschränkenden Grenzen „für die Farbenerscheinung bestätigt finden. Man mag so viel „schattenwerfende Körper, als man will, in dem weißen „Raume des Spektrums anbringen und dadurch in demselben „neue Begrenzungen zwischen Licht und Schatten einschalten, „stets wird man an diesen Grenzen immer auf's Neue die „Farben in derselben Ordnung, den rothen Saum zunächst an „der brechenden Kante des Prismas, den blauen Saum am „entgegengesetzten Rande sich wiederholen sehen.“ **) Diese

*) Grävell's Göthe im Recht. S. 56.
**) Ebend. S. 57.

Digitized by Google

Erſcheinung iſt im vollkommenſten Einklange mit der Newtonſchen Theorie, dermaßen, daß ſie gewiß eher eine Stütze für dieſe, als für Göthe's σκιερόν abgibt. Man wähle den ſchattengebenden Körper ſchmal und bringe den weißen Schirm in einer ſolchen Entfernung an, daß der eigentliche dunkle Schatten ganz verſchwinde und nur die Farbenfolge Grün, Blau, Violett, Roth, Orange, Gelb an ſeiner Stelle ſichtbar werde. Die Erklärung iſt dann höchſt einfach. Die einzelnen homogenen Farben treffen unter verſchiedenen Richtungen auf den Körper; jede für ſich veranlaßt einen beſonderen Schatten. Wo die Schatten weit genug auseinander getreten ſind, entſteht eine Stelle, an welcher von der brechenden Kante des Prismas nach deſſen Baſis zu gerechnet ſucceſſive die Farben Roth, Orange, Gelb, Grün, Blau, Violett fehlen. Die Wirkung der jedesmal vorhandenen Farben beſteht aber darin, daß die der fehlenden complementäre Farbe geſehen wird, und ſomit iſt die obige Farbenfolge erklärt. Zum Ueberfluß wollen wir noch folgendes Schema herſetzen, in welchem die jedesmal fehlende Farbe durch einen Punkt angedeutet iſt, und wobei man ſich zu erinnern hat, daß ſich die complementären Farben zu Weiß ergänzen.

.	o	g	gr	b	v	=	gr
r	.	g	gr	b	v	=	b
r	o	.	gr	b	v	=	v
r	o	g	.	b	v	=	r
r	o	g	gr	.	v	=	o
r	o	g	gr	b	.	=	g

Treten wegen der Breite des ſchattenwerfenden Körpers oder wegen der Nähe des Schirmes die verſchiedenen Schatten nicht weit genug auseinander, ſo erſcheint natürlich eine dunkle Mitte.

Wir wollen aber noch mehr thun, als Herr Grävell, und den Verſuch umkehren. Wir laſſen die weiße Mitte eines Spek-

Digitized by Google

trum durch einen engen Spalt auf einen weißen Schirm fallen und beobachten auf Letzterem kein weißes Bild, sondern ein neues Spektrum. Wir haben hier das durch Zusammenfallen der Farben entstandene weiße Licht wieder in seine Farben zerlegt und zwar durch kein ander Mittel, als dadurch, daß wir der vorhandenen Divergenz der Farbenstrahlen Gelegenheit gegeben haben, sich wieder zu äußern.

Warum übgeht denn Herr Grävell diese Folgerungen der Newton'schen Theorie? Aus Unwissenheit oder aus Absicht?

Es ist sonderbar, welche Ansicht Grävell von der Wellenbewegung des Lichtes hat. Wir können hier kaum den Verdacht unterdrücken, daß dieselbe durch Mißverstehen der Undulationstheorie entstanden sei. Der schwingende Lichtstrahl ist ihm ein fließender Strom; man erfährt aber nicht von wannen er kommt und wohin er geht. Die Erklärung von Erscheinungen, wo offenbar eine Wellenbewegung im Spiel ist, aus dieser Grundanschauung hat theils etwas Plumpes, theils etwas Possirliches. So sagt er: „Daß „übrigens eine Anziehung bei diesen aus der geraden Richtung „gebeugten Lichtstrahlen im Spiele sei, wie Grimaldi und Newton „es aufgefaßt hatten, beruht lediglich auf einer Täuschung. Wenn „man einem Wasserstrome ein Brett entgegenstellt, so schießt das „Wasser nicht geradlinig an diesem Brett vorüber, sondern es „spritzt auch nebenbei zur Seite. Mit den Lichtwellen hat es eine „ähnliche Bewandtniß, wovon man sich leicht überzeugen kann, „wenn man durch irgend eine Schranke das Licht abzusperren ver„sucht. Man vermag es damit keineswegs vollständig geradlinig „abzuschneiden, sondern es dringt immer wieder seitwärts hervor, „oft auf Umwegen, deren Weite überrascht. Diese Lichtwellen, „welche man in der Unterstellung einer auf dieselben wirkenden „Anziehung gebeugte genannt hat, würden daher, *da sie ein„fach dem Gesetze des stärkeren Druckes folgen*, richtiger als *nebenbeiquillende* bezeichnet werden. Fresnel

Digitized by Google

„hatte daher Recht, wenn er diese Erscheinung als einen für „die Wellenbewegung des Lichts sprechenden Beweis auffaßte." *)

Zur Vergleichung wollen wir hier die Erklärung der gebeugten Wellen aus der Undulationstheorie in Kürze wiedergeben. Sobald ein Medium in einer Wellenbewegung begriffen ist, also jedes Theilchen desselben eine schwingende Bewegung macht, so darf man sich offenbar jedes Theilchen als Erreger der Wellenbewegung vorstellen, da diese ja in Wirklichkeit durch die Bewegung jedes Theilchens unterhalten wird. Um also von einem Wellenberge, welcher im Falle größter Regelmäßigkeit den Anfangspunkt der Wellenbewegung kugelförmig umgibt, zu dem nächstfolgenden überzugehen, können wir uns von jedem Punkte seines Gipfels aus die Wellenbewegung gleichzeitig fortgesetzt denken, so daß sich also nach der Zeit einer neuen Schwingung um jeden dieser Punkte durch den Gipfel der neuen Welle eine Kugel vom Radius einer Wellenlänge gebildet hat. Die Gesammtwirkung aller dieser elementaren Kugeln besteht aber in der Entstehung der sie berührend einschließenden Kugel, deren Radius also um eine Wellenlänge größer ist, als derjenige der Kugel, von welcher wir ausgingen. Dieses von Huyghens herrührende Prinzip brauchen wir nur anzuwenden, um von einem an einer Oeffnung angelangten Wellenberge zu dem nächstfolgenden überzugehen und haben alsdann die vollständige Erklärung der gebeugten Wellen.

Zur Erklärung der prismatischen Farben benutzt Grävell wiederum seinen Wellenstrom: „Das Prisma ist ein Damm, „durch welchen der eintretende Lichtstrom zweimal von der bre„chenden Kante abwärts gedrängt wird. Folglich muß der Drang „des aus dem Prisma tretenden Lichtstroms doppelt so stark „gegen die brechende Kante aufwärts gerichtet sein." **) Der

*) Grävell's Göthe im Recht S. 54.
**) Ebend. S. 94.

Digitized by Google

rothe Rand entsteht dann da, wohin der Wellendrang gerichtet ist, der blaue an der anderen Seite.

Aber wir wollen uns dem ersten der beiden Hauptpunkte der Grävell'schen Schrift zuwenden, um derentwillen dieser ganze Anhang nur geschrieben worden.

„Sollte man es wol für möglich halten, daß dem großen Ma„thematiker Newton bei der Aufstellung seiner Farbenlehre ein ma„thematisches Versehen sehr erheblicher Art begegnet war? Sollte „man es für möglich halten, daß so vielen berühmten Physikern „und Akademikern, welche sich mit diesem Gegenstande beschäftigt „haben — und wie groß ist die Zahl derselben in dem seither ver„flossenen Zeitraum von zweihundert Jahren nicht gewesen — die„ses mathematische Versehen, so auffallend es war, doch nicht auf„gefallen ist, und daß sie fortwährend als den Ausdruck der größ„ten Genauigkeit das bewundert und gepriesen haben, was von „einer überraschenden Ungenauigkeit Zeugniß gibt?" — So de„klamirt Grävell *) und bringt dann endlich unter der Ueberschrift: „Der von Newton vergessene Winkel" seine ungeheure Entdeckung mit ungeheurem Triumphgeschrei zum Vorschein. Aber

parturiunt montes, nascetur riduculus mus!

Er verkündet seine Beobachtung, daß die Strahlen einer Lampenflamme divergenter aus dem Prisma austreten, als sie auffielen, und daß durch Annäherung der Flamme an das Prisma diese Divergenz vermehrt werden könnte. Diese Entdeckung führt ihn auf die Annahme, alle Farben hätten genau denselben Brechungsexponenten und die Verlängerung des Spektrums sei lediglich Folge der durch die Brechung vergrößerten Divergenz der Lichtstrahlen. Nach Grävell „unterliegt es keinem Zweifel, „daß Newton das mathematische Versehen begegnet „war, die aus dem Snellius'schen Gesetze mit Noth-

*) Grävell's Göthe im Recht S. 11.

Digitized by Google

„wendigkeit hervorgehenden Winkel der prismati-
„schen Projektionen mit den Winkeln einer verschie-
„denen Brechung zu verwechseln.“ *)

O si tacuisses! Wer auf eine solche Weise offenbart, daß er aller gründlichen optischen Kenntnisse baar ist, der hat wahrlich Ursache, wenn nicht gänzlich zu schweigen, doch wenigstens mit mehr Bescheidenheit aufzutreten. Nehme sich Herr Grävell die Mühe, die beiden ersten den prismatischen Erscheinungen gewidmeten Figuren der „darstellenden Optik von Engel und Schellbach“ eines Blickes zu würdigen, und er wird in aller nur zu wünschenden Vollständigkeit und Genauigkeit in der ersten die Construktion der von einem leuchtenden Punkte in der Nähe des Prismas ausgehenden und durch dasselbe gebrochenen Lichtstrahlen nebst der von ihnen gebildeten Curve gewahr werden, während die zweite ihn über das Entstehen der Bilder mit ihren farbigen Rändern belehren wird.

Wenn sich dazu Herr Grävell einbildet, die Physiker berücksichtigten nicht den scheinbaren Durchmesser der Sonne, wenn sie prismatische Versuche anstellen, so irrt er gewaltig. Außerdem daß er den Einfluß dieses Winkels von einem halben Grade bedeutend überschätzt, möge er doch lernen, daß man gerne zwei ziemlich von einander entfernte Spalten anwendet, um eben das prismatische Spektrum in möglichster Reinheit zu erhalten. Statt der zweiten Spalte dient auch eine Sammellinse, welche dann hinter das Prisma gestellt wird.

Nun kommen wir zum zweiten Punkte, dem behaupteten „Rechenfehler der Wellenlängen.“ Hiermit gedenkt Grävell die gegenwärtige Optik vollends auf das Haupt zu schlagen. Aber auch hier müssen wir ein „O si tacuisses“ ausrufen.

Der Beweis, den er zu führen sucht, beruht auf einem

*) Grävell's Göthe im Recht S. 81.

Digitized by Google

Irrthume. Da eine Lichtflamme durch ein getrübtes oder gefärbtes Glas betrachtet etwas verkleinert erscheint, und zwar um so mehr, je weniger durchsichtig das Glas ist, so schließt Herr Grävell, daß sich der Winkel der Lichtströme bei der Verdunkelung zuspitze. Hat er bei diesem irrigen Schlusse wol einmal der Irradiation gedacht?

Die Verschiedenheit der Wellenlängen bewirkt die verschiedene Entfernung der Newton'schen Ringe bei Anwendung verschiedenen homogenen Lichtes und darauf läßt sich eine Berechnung der Wellenlängen gründen, wie im voranstehenden Vortrage angedeutet worden ist. Grävell sagt nun: „Die Physik „hat sich dabei den kleinen Rechenfehler zu Schulden kommen „lassen, daß sie die Richtung des in die Linse eintretenden „Lichtes bei verschiedenen farbigen Gläsern als unverändert an„nahm, während sie das doch nicht ist. Je verdunkelnder das „angewendete Glas wirkt, desto mehr spitzt sich natürlich der „Winkel der in die Linse eintretenden Lichtströme zu und desto „mehr müssen auch die schattigen Ringe aneinander rücken." *) Daß dieser aus einer falschen Annahme hervorgegangene Schluß falsch ist, darf Niemand wundern; wir müssen ihn so lange als falsch erkennen, bis Grävell uns die Richtigkeit seiner Annahme bewiesen hat.

Was das nun folgende Experiment und den daraus gezogenen Schluß betrifft, so sehen wir wiederum nur Irrthum. Hier ist ganz außer Acht gelassen, daß die Länge der auffallenden Lichtwellen nicht die einzige Bedingung ist, wovon die Entfernung der Ringe abhängt. So verursachen die Schiefe des auffallenden Lichtes und die veränderte Lage des Auges entschiedene Veränderung der Ringe, und man kann schließlich die Ringe sehen, wie man nur will. Herr Grävell hätte also

*) Grävell's Göthe im Recht S. 115.

Digitized by Google

mindeſtens ſeinen Verſuch in einer weniger rohen Weiſe anſtellen ſollen, wenn er denſelben beachtet wiſſen wollte.

Die Erſcheinung, welche der Fresnel'ſche Spiegelverſuch zeigt, bei welchem die Strahlen einer Lichtlinie von zwei unter ſehr ſtumpfem Winkel geneigten Spiegeln reflektirt und zur Interferenz gebracht werden, ſowie die Beugungserſcheinung, welche dadurch entſteht, daß man das Sonnenlicht durch einen engen Spalt in einen finſteren Raum treten läßt, geben zwei fernere Mittel an die Hand, die Richtigkeit der Newton'ſchen Berechnung der Wellenlängen zu prüfen. Auch bei dieſen Erſcheinungen beobachtet man dunkle Streifen, welche andeuten, daß die hier zuſammenfallenden Lichtwellen in ihrem Gange um irgend ein Vielfaches einer halben Wellenlänge von einander verſchieden ſind. Wenn nun die Reſultate dieſer verſchiedenen Methoden übereinſtimmen, iſt das nicht ein vollgültiger Beweis der Richtigkeit der Wellentheorie?

Wir haben nicht die Abſicht, hier auf Alles einzugehen, was Herr Grävell behauptet; es wäre eine allzuundankbare Mühe, und wir ſähen uns am Ende genöthigt, einen vollſtändigen Vortrag der Optik zu geben. Wir wollen indeß die Sinnloſigkeit ſeiner Schlüſſe an dem Rechenexempel zeigen, das er mit den Zahlen der Wellenlängen anſtellt.

Das Mittel aus den Wellenlängen der ſieben Farben iſt die Wellenlänge des grünen Lichtes. Daraus ſchließt er, das Licht, das durch alle ſieben Farben hervorgebracht wird, müßte zugleich farblos und grün ſein. Herr Grävell zeigt damit ſeine Unkenntniß der Wellenlehre, denn wo hat er gehört, daß durch das Zuſammenwirken verſchiedener Wellen eine Welle hervorgebracht werde, deren Länge das Mittel aus den Wellenlängen jener iſt? Wie kommt er zu der Behauptung, das weiße Licht habe Wellen von der Länge des grünen? Das Zuſammenwirken zweier Wellen liefert vielmehr eine neue Welle von ganz

Digitized by Google

eigenthümlicher Gestalt; man zeichne zwei beliebige regelmäßige Wellen, welche aufeinander fallen und leite die neue durch Anwendung des einfachen Begriffs der Interferenz daraus ab, um dies einzusehen. Aus dem Zusammenfallen der Wellen aller einfachen Farben resultirt demnach eine neue complicirte Welle, und diese bringt den Eindruck des Weißen hervor.

Man höre nun noch folgendes charakteristische Beispiel Grävell'schen Urtheils. „Fände" — sagt er — „eine verschiedene „Fortpflanzung der sieben Farben, aus welchen nach Newton „das weiße Licht bestehen soll, Statt, so müßte beim Aufgehen „der Sonne, ehe die Wirkung des weißen Lichtes eintritt, erst „violettes Licht, dann Violett mit Indigo, dann Violett, In„digo mit Blau, und so, der Reihe nach, die Ankunft der „sieben Farbenlichter Statt finden, und erst, wenn die Sieben„zahl derselben beisammen wäre, könnte sich aus ihr der Ein„druck des farblosen Lichtes gebären. Die Wirklichkeit zeigt „aber von solchen Wundern Nichts." *) Natürlich! Wir aber erfahren, daß Herr Grävell vergessen, daß wir uns beim Aufgehen der Sonne in das vorhandene Licht hineinbewegen — so wie ihm denn überhaupt eine klare Uebersicht der physikalischen Erscheinungen abgeht.

Somit wenden wir uns denn ab von diesem Büchlein mit dem innigen Bedauern, daß sich unserem geachteten Göthe für seine Farbenlehre ein Schilderheber aufgedrängt hat, welcher seiner so wenig würdig ist.

Wer sich an einer vortrefflichen Darstellung der Farbenlehre erquicken will, der lese Dove's „Darstellung der Farbenlehre."

*) Grävell's Göthe im Recht S. 124.

Druck der Hof-Buchdruckerei in Weimar.

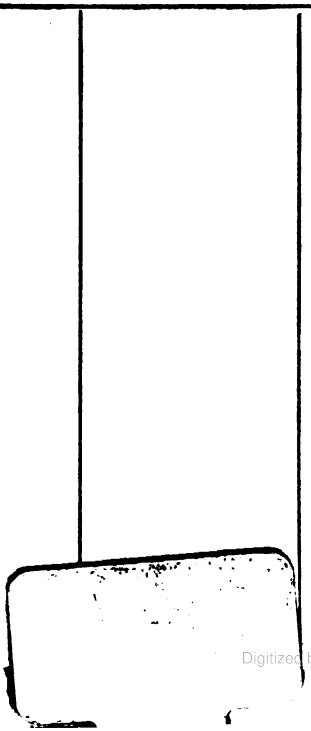
Digitized by Google

PT 2047 .C6 A23 C.1
Ueber Gothe's Farbenlehre
Stanford University Libraries
3 6105 037 779 761

PT2047
C6 A23

Stanford University Libraries
Stanford, California

Return this book on or before date due.



Digitized by Google

Digitized by Google